

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der
Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

**DAS VIBRATIONSBEDINGTE VASOSPASTISCHE SYNDROM
BEI WALDARBEITERN**

Untersuchungen zur objektiven Diagnostik

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der
Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt
von

Elisabeth Woelke-Seidl
aus Waldeck/Bayern

Mainz 1982



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der

Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

**DAS VIBRATIONSBEDINGTE VASOSPASTISCHE SYNDROM
BEI WALDARBEITERN**

Untersuchungen zur objektiven Diagnostik

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Würde des Doktors der Medizin

der

Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

den Medizinischen Fachbereichen vorgelegt

von

Elisabeth Woelke-Seidl

aus Waldeck/Bayern

Mainz 1982



Fachbereichsdekan: Prof. Dr. K.H. Bässler

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. G. Jansen

2. Gutachter: Prof. Dr. H. Dupuis

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Oktober 1982

Vorwort

Seit dem 1.1.1977 sind "Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen" unter der Nr. 2104 als Berufskrankheit anerkannt. Für diese Krankheit hat sich in Deutschland der Begriff "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" eingeführt. Die von den Betroffenen, zu denen auch die Waldarbeiter gehören, als "Weißfinger-Krankheit" bezeichnete Vibrationsschädigung imponiert als anfallsweises Taub- und Steifwerden der Finger mit Weißfärbung und führt im fortgeschrittenen Stadium zu erheblichen Behinderungen im beruflichen und gesellschaftlichen Leben. Im Extremfall kann die Durchblutungsstörung bis zur Ausbildung von Fingerkuppennekrosen fortschreiten.

Zur Anerkennung der Vibrationserkrankung als entschädigungspflichtige Berufskrankheit bedarf es eines objektiven diagnostischen Nachweises. Dieser ist im Stadium einer manifesten Läsion auf der Basis einer entsprechenden Vibrationsanamnese ohne besondere Schwierigkeiten möglich. In den meisten Fällen jedoch handelt es sich um ein Geschehen, daß nur unter bestimmten Bedingungen anfallsweise auftritt. Der objektive Nachweis ist in diesem Stadium immer noch problematisch.

Neben der Erhebung einer berufsspezifischen Anamnese, die ein wesentlicher Bestandteil der Diagnose bleiben muß, bedarf es eines Untersuchungsverfahrens, mit dessen Hilfe der Nachweis eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms objektiviert werden kann. Wünschenswert ist eine einfache und schnell durchzuführende Screening-Methode, die einen zuverlässigen Hinweis auf das Bestehen dieser Erkrankung liefert oder eine möglicherweise vorhandene Disposition aufdeckt, um vorbeugende Maßnahmen einleiten zu können.

In diesem Bericht werden auf der Grundlage einer Literatúrauswertung Ergebnisse experimenteller Untersuchungen mitgeteilt und deren Anwendbarkeit für die Diagnose des Vibrationsbedingten Vaso-spastischen Syndroms zur Diskussion gestellt.

Die Untersuchungen wurden in den Monaten November und Dezember 1979 in den Forstbezirken Lampertheim und Bensheim/Odenwald durchgeführt. Sie erfolgten im Einverständnis mit dem Hessischen Minister für Landesentwicklung, Umwelt und Forsten, vertreten durch Herrn Dr. SABIEL, der mir, wie Herr WILKE von der Bezirksdirektion Landwirtschaft und Forsten in Darmstadt, zu wertvollen Informationsquellen verhalf. Vom Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik in Groß-Umstadt setzte sich besonders Herr Dr. REHSCHUH für die Durchführung der Untersuchungen ein und half in unbürokratischer Weise, organisatorische Schwierigkeiten zu überwinden. Informationen zur Arbeitsweise der Motorsäge erhielt ich bei der Firma STIHL von den Herren LANDWEHR und HENNING, außerdem bei einem Motorsägenlehrgang in Lampertheim, bei dem ich das Arbeiten mit der Motorsäge auch in praxi kennenlernte. Herr BLOCH, Institut für Arbeitswissenschaft in Hamburg-Reinbeck gab mir brauchbare Ratschläge für die Zusammenstellung des waldarbeiterspezifischen Fragebogens. Dem Waldarbeiter vom Forstamt Kaufungen, Herrn KRUG, verdanke ich wesentliche Informationen über seine persönlichen Erfahrungen mit der Symptomatik der Weißfinger-Krankheit. Herr Professor HEIDRICH, Chefarzt der Abteilung für Innere Medizin des Franziskus-Krankenhauses in Berlin, gab mir sowohl vor als auch nach Beendigung der Untersuchungen wertvolle angiologische Hinweise zur Untersuchungstechnik und zur Auswertung der Ergebnisse.

Bei den experimentellen Untersuchungen assistierten die Herren Berti KORN und Jürgen ZEPP, die mir auch bei der Wartung der Geräte und des mobilen Untersuchungslabors halfen.

Herrn Dr. REGEL, Forstdirektor des Forstamtes Lampert-heim, verdanke ich, daß er zusammen mit seinen Mitarbeitern, den Herren SCHNEIDER, dem ehemaligen Leiter der Forstschule, HAMBURGER, Leiter der Forstschule und seit 1.1.1980 in Darmstadt, den Revierförstern und Angestellten der Waldarbeiterschule dafür sorgte, daß die Untersuchungen im Wald reibungslos ablaufen konnten.

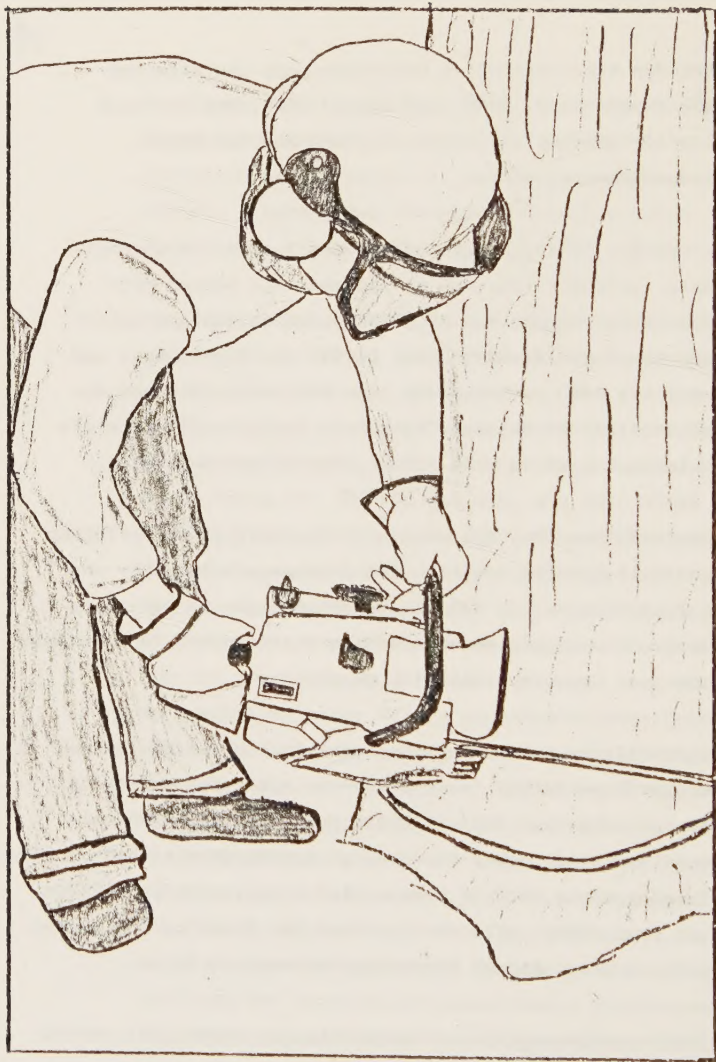
Die Waldarbeiter, die sich alle freiwillig zur Verfügung gestellt hatten, zeigten sich durchwegs kooperativ und aufgeschlossen, so daß die Untersuchungen in einer ausgesprochen angenehmen Atmosphäre stattfanden. Ihnen möchte ich ganz besonders herzlich danken!

Wertvolle fachliche Beratung erhielt ich von den Herren Professoren JANSEN (seit 2 Jahren Leiter des Instituts für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Düsseldorf und Staatlicher Gewerbearzt von Nordrhein) und DUPUIS, dem Ingenieur HARTUNG, sowie viel organisatorische Hilfe von Frau PETRI, alle vom Institut für Arbeits- und Sozialmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

Die Durchführung dieser Untersuchungen wurde ganz wesentlich durch die finanzielle Hilfe der Landesversicherungsanstalt Rheinland-Pfalz, Speyer, gefördert.

Ich danke allen, die zum Gelingen dieser Untersuchung beigetragen haben!

Elisabeth Woelke-Seidl



Waldarbeiter mit der Motor-Kettensäge und vollständiger Arbeitsschutzbekleidung (Schutzhelm, Gesichtsschutz, Ohrschützer, Handschuhe, Sicherheitsschuhe).

Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort	1
A. EINLEITUNG / LITERATURÜBERSICHT	6
1. Geschichtlicher Rückblick	7
2. Vibrationserkrankung als Berufskrankheit	11
3. Symptomatologie	14
4. Epidemiologie	15
5. Ätiologie und Pathogenese	21
6. Diagnostische Verfahren	32
a) Anamnese und medizinische Untersuchung	32
b) Vibrationsempfindungsschwelle	34
c) Kälte-Provokations-Test	36
d) Thermographie	41
e) Plethysmographie	42
f) Angiographie	43
g) Audiometrie	44
B. EXPERIMENTELLER TEIL	
1. Ziel der Untersuchung	47
2. Untersuchungsmethodik	49
a) Versuchskonzeption	49
b) Versuchsgruppe	50
c) Versuchsaufbau	50
d) Versuchsdurchführung	52
- Audiometrie	53
- Vibrationsschwellenmessung	54
- Kälte-Provokations-Test	55
- Fingertemperaturmessung	57
- Flüssigkristall-Thermographie	58
- Motorsägenarbeit	59
- Berufsspezifische Anamnese	60
- Medizinische Untersuchung	61
e) Vorversuch	61
3. Untersuchungsergebnisse	63
a) Kälte-Provokations-Test	63
b) Thermographie	85
c) Berufsspezifische Anamnese	91
d) Medizinische Untersuchung	101
e) Vibrationsempfindungsschwelle	108
f) Audiometrie	115
C. DISKUSSION	130
D. ZUSAMMENFASSUNG	143
E. LITERATUR	146
F. ANLAGE	153

A. EINLEITUNG / LITERATURÜBERSICHT

1. Geschichtlicher Rückblick

Im Jahre 1862 beschrieb der französische Neurologe Dr. Maurice RAYNAUD das später nach ihm benannte Krankheitsbild als ein plötzliches Weiß- und Kaltwerden eines oder mehrerer Finger. Oft durch Kälte-reiz ausgelöst, hielten die Attacken Minuten bis Stunden an. Seitdem haben sich zahlreiche Wissenschaftler mit diesem Erscheinungsbild beschäftigt. Doch auch heute noch steht die Medizin vor mehr ungelösten Problemen als erhärteten Fakten (15).

Dem Australier CHRISTOPHERS (5) verdanken wir einen anschaulichen geschichtlichen Rückblick zu "Beruflichen Aspekten der Raynaud-Krankheit" aus dem Jahre 1972:

Professor LORIGA aus Rom beobachtete bereits 1911 das Auftreten Raynaud-ähnlicher Symptome bei Arbeitern, die Preßluftwerkzeuge bedienten. Wenig später, im Jahre 1916, startete die Stone Cutter's Association of North America eine großangelegte Untersuchungsaktion an Steinmetzen, mit der Alice HAMILTON beauftragt wurde. Sie berichtete über "Spastic Anaemia of the Hands" und schildert die anfallsweise Weißfärbung der Finger bei 123 von 136 in Kalk-, Granit- und Marmorbrüchen beschäftigten Arbeitern. Die Anfälle traten hauptsächlich morgens auf. Als auslösende Ursache sah sie Kälte und Greifkraft, begünstigt durch Vibrationen, an. Die Engländer BRIDGE und MIDDLETONE schlossen sich 1924 der Auffassung ihrer amerikanischen Kollegin an, nachdem sie selbst vier Steinmetze untersucht hatten. Aus Wien berichtete TELEKY von zwei Arbeitern, die als Folge ihrer Vibrationsexposition Nekrosen an einer Fingerkuppe und ausgeprägte Raynaud-Zeichen an der linken Hand aufwiesen.

Bei Eisengießerei-Arbeitern diagnostizierte Maria SEYRING im Jahre 1931 nur zu Beginn ihrer Untersuchungen einen Morbus Raynaud. Offensichtlich hatte sie sehr bald erkannt, daß die Raynaud-Symptome auch bei der Allgemein-Bevölkerung häufig auftraten, so daß es sich bei den Eisengießern nicht ausschließlich um eine arbeitsbedingte Erkrankung handeln konnte.

Sir Thomas LEWIS und G.W. PICKERING publizierten unter dem Titel "Raynaud's Phenomenon Following Long Continued Vibration" die Feststellung, daß nur die Abkühlung der Hand, nicht die des ganzen Körpers, solange die Hände warm seien, Vasospasmen auslösen könne. Darüberhinaus ermittelten sie, daß Raynaud-Anfälle bei 28% der befragten Medizinstudenten und Krankenschwestern auftraten.

Die ersten Klagen über berufsbedingte Raynaud-Phänomene in Deutschland kamen aus der Schuhindustrie. Ursachen waren die Anklopfmaschinen, die mit sehr hohen Frequenzen arbeiteten. Die Beschwerden führten 1943 zur Anerkennung der "durch Anklopfmaschinen verursachten Vibrationskrankheit" als Berufskrankheit (31).

Hatte man bis zum 2. Weltkrieg hauptsächlich nach den Ursachen der Vibrationserkrankung geforscht, so konzentrierte man sich jetzt mehr darauf, die Vibrationen selbst zu analysieren und herauszufinden, welche Frequenzspektren Schäden hervorriefen bzw. die zu den verschiedenen Krankheitsbildern "passenden" Frequenzen herauszufinden (5).

Es begann dann auch bald die Auseinandersetzung um die Terminologie. 1949 wurde von AGATE die Bezeichnung "Raynaud's Phenomenon of Occupational Origin" vorgeschlagen und von PYYKKÖ der Begriff "Traumatic Vasospastic Disease". Das Industrial Advisory Council von Großbritannien prägte den Terminus "Vibration Induced White Fingers" (49).

Auch bei den nicht berufsbedingten vasospastischen Erscheinungen an den Fingern sind sich seit HUTCHINSON die Mediziner nicht einig: Handelt es sich um einen "Morbus Raynaud", ein "Raynaud-Phänomen", ein "Primäres" oder "Sekundäres Raynaud-Syndrom"? Auf einer Raynaud-Tagung 1979 in Berlin (14) opferte man einen beträchtlichen Teil der Zeit der Diskussion über die Terminologie, ohne zu einer von allen Teilnehmern akzeptierten Entscheidung zu gelangen, eine Bestätigung dafür, daß es nachwievor schwierig ist, die Krankheit und ihre ätiologischen und symptomatischen Varianten exakt zu definieren.

Der bei uns heute vorzugsweise benutzte Begriff für das u.a. bei Walдарbeitern auftretende Raynaud-Phänomen, nämlich "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" ist 1975 von KLOSTERKÖTTER geprägt worden (29).

Die Entwicklung der Vibrationsschäden in Deutschland beschreibt JANCÍK (25) am Beispiel verschiedener Arbeitsgeräte. Bei uns kamen die Motorsägen erst Ende der 50er Jahre zum Einsatz. Die ersten Verdachtsmeldungen auf Durchblutungsstörungen infolge Motorsägenarbeit führten Ende der 60er Jahre in der Bundesrepublik zu einer gewerbeärztlichen Umfrage. Daß bis dahin derartige Beobachtungen nicht gemacht worden waren und zu der Zeit keine weiteren Meldungen eintrafen, wird darauf zurückgeführt, daß unsere Waldarbeiter andere Arbeitsbedingungen haben als ihre Kollegen z.B. in Schweden, Kanada und Jugoslawien. Während dort der Motorsägenarbeiter einseitig spezialisiert ist und das ganze Jahr über täglich 10 - 12 Stunden mit der Motorsäge arbeitet, ist der Waldarbeiter in der Bundesrepublik Deutschland pro Tag etwa 3 - 5 Stunden mit der Motorsäge beschäftigt. Die besonders durch Kältereiz verstärkten vibrationsbedingten Durchblutungsstörungen führen bei uns relativ selten zur Arbeitsunfähigkeit, da unsere Waldarbeiter kaum extrem niedrigen Außentemperaturen ausgesetzt sind.

2. Die Vibrationserkrankung als Berufskrankheit

Da die Raynaud'sche Erkrankung quer durch alle Bevölkerungsschichten geht, kann eine beruflich bedingte Schädigung nur nachgewiesen werden, wenn bestimmte Personengruppen durch ihre Arbeit erheblich stärker gefährdet sind als die übrige Bevölkerung.

Die "Vibrationserkrankung" wurde deshalb am 8. Dezember 1976 unter der Nr. 2104 in die Liste der Berufskrankheiten aufgenommen. Die Verordnung erlangte am 1. Januar 1977 Gesetzeskraft.

Der Vorgänger dieser Verordnung, die BK 2103, erfaßte und definierte bereits Schäden, die durch Vibrationswerkzeuge verursacht waren: rhythmische Rückstoßerscheinungen im Körper und Vibrationen am Halte- und Stützapparat. Hierzu gehören beispielsweise Schwingungen der Preßlufthammer, die während der Arbeit ein gleichmäßiges Schwingungsverhalten mit stoßartigem Charakter aufweisen. Bei einer Schwingungsfrequenz dieser Maschinen von 500 - 3000/min (8,3-50 Hz) werden besonders die Ellenbogengelenke des Arbeitsarms, erst dann die Hand- und Schulterreckgelenke beansprucht (31).

Anders dagegen ist es bei Vibrationsgeräten mit Schlagzahlen über 3000/min. Sie verursachen in der Regel kürzere Schwingwege an den Kontaktstellen zwischen Gerät und Hand, so daß die Vibrationen zum Teil schon eher absorbiert werden. Solche Schwingungen wirken sich weniger auf die Gelenke als vielmehr auf die Gefäße aus, an denen sie spastische Vasokonstriktionen auslösen können. Vibrationschäden dieser Art sind bei Frequenzen von mehr als 50 Hz zu erwarten, also beispielsweise im Bereich der Arbeitsfrequenz einer Motorsäge, die bei 6900/min entsprechend 115 Hz liegt.

In diesem Zusammenhang soll LAARMANN (31) erwähnt werden, der zwischen "gelenkwirksamen" aktiven und "gefäßwirksamen" passiven Erschütterungen unterscheidet. Seiner Klassifikation zufolge werden die gelenkwirksamen Vibrationen durch Geräte mit einer Schlagzahl von weniger als 3000/min (≤ 50 Hz), die gefäßwirksamen durch solche mit Schlagzahlen oberhalb 3000/min (> 50 Hz) erzeugt. In praxi dürften sich die Auswirkungen der Geräteschwingungen nicht so strikt trennen lassen, sondern sich mehr oder weniger überlappen, da es sowohl bei den "gelenkwirksamen" Vibrationen zu Gefäßwirkungen als auch bei den "gefäßwirksamen" zu Gelenkschäden kommen kann.

Die Vibrationserkrankung wird als Berufserkrankung Nr. 21o4 anerkannt, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Berufliche Belastung durch Vibrationswerkzeuge mit einer Frequenz von 20-1000 Hz (54). Hierzu gehört auch die Motorsäge, die Schwingfrequenzmaxima von 100-140 Hz entwickelt. Die auf den Körper übertragene Schwingkraft von ursprünglich über 10 kp konnte durch die Entwicklung von Anti-Vibrations-Handgriffen auf 2-5 kp gesenkt werden.

2. Medizinische Voraussetzung, die dann erfüllt ist, wenn
 "vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können" (31)
 vorliegen. Hierbei handelt es sich um Angiospasmen, die eine temporäre Mangeldurchblutung der Haut mit Weißfärbung der Finger, Taubheitsgefühl und eventuell Anschwellung bewirken. Im Volksmund spricht man von "Totenfinger" oder "Weißfingerkrankheit". In schweren Fällen kann es zu Fingerkuppennekrosen kommen.

In den Jahren 1977 und 1978 wurden in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt 53 Fälle angezeigt. Nur ein Fall wurde anerkannt und entschädigt, das berichtet Frau Dr. HEESE in einem, den Fall beschreibenden Artikel(13): Nach 5-jährigem Bäume-fällen im Akkord kam es zu einer Kuppennekrose des rechten Mittelfingers, die zur Anerkennung einer Erwerbsminderung um 20% führte, allerdings mit der Auflage eines Berufswechsels.

3. Symptomatologie

Typisch für das Auftreten der Angiospasmen ist nicht nur ihr Anfallscharakter, sondern auch der Umstand, daß sie durch äußere Reize, vor allem Kälte, aber auch durch mechanische Einwirkungen (z.B. Vibrationen) oder emotionale Stresssituationen ausgelöst werden können.

Die Vasospastik beginnt ohne erkennbaren Übergang mit einer Weißfärbung der Finger. Zugleich stellt sich ein oft schmerzhaftes Taubheitsgefühl ein. Nach verschieden langer Zeit kann es durch Venenstau zu einer zyanotischen Verfärbung kommen, die infolge einer reaktiven Hyperämie von einer intensiven Rotfärbung und Hitzegefühl abgelöst wird. Dieses "Weiß-blau-rot-Phänomen" ist typisch für einen angiospastischen Anfall.

Nach LANGERON (34) ist das Raynaud-Syndrom durch paroxysmale vasospastische Attacken mit einhergehender akraler Ischämie charakterisiert. Die den Attacken zugrundeliegende Abnormität besteht in einer Vasokonstriktion der Arteriolen, die zu einer Minderversorgung des Mikrozirkulationsgebietes führt. Sie manifestiert sich entweder in einer Weißfärbung der Finger mit Rückkehr der Hautfarbe oder einer Weißfärbung der Finger mit anschließender Blau- und terminaler Rotfärbung oder in einer ausschließlichen Blaufärbung.

Berufsbedingte Vasospasmen treten oft auch nachts auf und stören den Schlaf, wodurch nervöse Nebenerscheinungen hervorgerufen oder verstärkt werden können.

4. Epidemiologie

Die Motorsäge wurde Ende der 50er Jahre weltweit eingeführt. Schon wenige Jahre später kamen die ersten Berichte über Raynaud-Symptome bei Waldarbeitern, die Motorsägen bedienten. Besonders in Japan, Skandinavien, Australien, Neu-Seeland und Nord-England erfolgten umfangreiche Untersuchungen zur Häufigkeit und Pathogenese des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms. Die Erkenntnis, daß vor allem die Vibration oberhalb 50 Hz (Motorsäge 100 - 140 Hz) als Ursache anzusehen war, führte zur Entwicklung von Anti-Vibrations-Griffen Ende der 60er Jahre. Seit der Umstellung auf AV-Motorsägen war ein Rückgang nicht nur in der Häufigkeit, sondern auch im Ausprägungsgrad des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms zu verzeichnen. Eine Umstellung auf vibrationsfreie Arbeit bzw. Arbeitswechsel führten zu baldiger Besserung oder Verschwinden der Krankheit. Durch die vielen Untersuchungen wurde allerdings erkennbar, daß die Raynaud-Symptomatik nicht nur bei Waldarbeitern, die mit Motorsägen arbeiteten, sondern auch bei solchen ohne Vibrationsexposition auftrat, wenn auch in erheblich geringerem Maße. Hieraus kann auf eine Raynaud-Disposition geschlossen werden, die unter dem Einfluß anderer Faktoren wie Kälte zum Auftreten von Symptomen führt.

Aufschlußreiche Berichte über selbst durchgeführte Untersuchungen liegen u.a. von MIURA, FUTATSUKA, TOMINAGA, HELLSTRÖM und LANGE-ANDERSEN, PYYKKÖ et al., TAYLOR et al. vor.

In Japan wurde die Motorsäge in den Jahren 1957-1958 eingeführt. MIURA (41) ermittelte 1963 in einer subjektiven Befunderhebung bei fast 3000 Motorsägen-Arbeitern eine Quote von 5,7% mit Weiß-Finger-Symptomen und 12,3% mit Taubheitsgefühl an den Fingern. Bei einer erneuten Umfrage 1966 fanden sich bereits 37-53% der Waldarbeiter mit Raynaud-Phänomenen. Die meisten Weißfinger-Symptome traten nach einer Motorsägen-Exposition von 6 und mehr Jahren auf. FUTATSUKA (8) berichtete 1969 über Untersuchungen in Süd-Kyushu, der südlichsten der japanischen Inseln mit subtropischem Klima. Hier klagten 33,5% der Motorsägenarbeiter über Raynaud-Phänomene, wobei der Anteil mit dem Lebensalter und der Dauer der Motorsägenarbeit anstieg. Die nächste Manifestationsquote fand sich nach 2-3 Jahren Vibrationsexposition. Am häufigsten waren die Finger III und IV der linken Hand betroffen. Etwa 1-3 Jahre nach Beendigung der Motorsägenarbeit trat Besserung ein, während die Beschwerden sich verstärkten, wenn die Motorsägentätigkeit fortgesetzt wurde.

Eine weitere Studie veröffentlichte FUTATSUKA (9) im Jahre 1976. An 861 Motorsägenarbeitern konnte er feststellen, daß von 1962 bis 1970 die Zahl der über Vibrations-Symptome klagenden Patienten angestiegen war, wenn arbeitsmedizinische Maßnahmen nicht wirksam geworden waren. Ab 1970 sank zwar die Anzahl der Weiß-Finger-Beschwerden, jedoch entsprach der Beobachtungszeitraum nicht dem der zuerst Befragten, sodaß eine wirkliche Besserung infolge von Anti-Vibrations-Sägen, die Anfang der 70er Jahre eingeführt wurden, sich erst in späteren Jahren zeigen kann. Was zugenommen hatte, waren Parästhesien an den Fingern, und zwar bei den Arbeitern mit langer Vibrationsanamnese.

Von 46 Waldarbeitern, die in hochgelegenen Wäldern Mittel- und Südjapans täglich nicht länger als 2 Stunden und im Jahresdurchschnitt 150 Stunden mit der Motorsäge arbeiteten, hatten einem Bericht von TOMINAGA (52) zufolge nach Ablauf einer 5-jährigen Beobachtungsperiode (1970-1974) 12,5% mit weißen Fingern zu tun. Der Autor führt diese vergleichsweise geringe Zahl darauf zurück, daß die Studie auch solche Waldarbeiter einschloß, die vor 1970 nur gelegentlich mit der Motorsäge gearbeitet hatten. Als Ergebnis der Studie wird der Schluß gezogen, daß es zum Entstehen der Weißfinger-Krankheit nicht auf eine tägliche Arbeitszeit mit der Motorsäge ankommt, sondern auf die Dauer der Vibrationsexposition während eines ganzen Jahres.

Eine in Norwegen von HELLSTRÖM und LANGE-ANDERSEN (18) mit 413 Waldarbeitern durchgeführte Feldstudie kam zu den folgenden Ergebnissen:

Bei 296 Waldarbeitern, die täglich etwa 2 1/2 Stunden mit der Motorsäge arbeiteten, wiesen 47% Raynaud-Symptome auf, bei 117 Waldarbeitern ohne Vibrationsanamnese 9%! Die Standard-Symptome der "Traumatischen Vasospastischen Erkrankung" waren Anfälle von Weißwerden und Taubheit, Zyanose und Schmerzen traten selten auf. Die Anfälle wurden durch Kälte, vor allem nasse Kälte, kaum jemals durch Vibrationen allein, ausgelöst. Bei 42 % der Waldarbeiter mit Weißfinger-Beschwerden traten die Symptome symmetrisch auf, wobei die Finger III und IV am häufigsten, der Daumen am wenigsten betroffen war. Bei 15 % waren alle Finger in Mitleidenschaft gezogen.

In einer Langzeitstudie haben PYYKKÖ und Mitarbeiter (44) insgesamt 769 Waldarbeiter verschiedener Regionen Finnlands befragt und untersucht. Im ersten Teil der Erhebung zeigte sich eine Zunahme der Weißfinger-Erkrankung ab 1965 mit der höchsten Quote in den Jahren 1970-1972 (1972 = 40 %), die dann 1975 auf 25% zurückging. Auch der Schweregrad hatte sich verringert. Die Latenzzeit bis zum Auftreten der ersten Beschwerden wird mit 5500 Motorsägenstunden entsprechend einer Arbeitszeit von 5 Jahren angegeben. Im zweiten Teil der Untersuchung wurden 1973 bei Waldarbeitern, die seit 10 Jahren sowohl mit alten Sägen als auch teilweise mit Anti-Vibrations-Griffen ausgestatteten gearbeitet hatten, 40 % Weißfinger-Symptome und 58 % Taubheitsgefühle an den Fingern registriert. 1975 gaben 55 % eine Besserung der Weißfinger-Symptome und 10 % eine Verschlechterung an, über eine Besserung der Taubheitsgefühle berichteten nur 10 %, jedoch 19 % klagten über Verschlechterung. Eine weitere Gruppe hatte ausschließlich mit vibrationsgedämpften Sägen gearbeitet. Hier war die Häufigkeit typischer Weißfinger-Symptome 16 % und von Taubheitsgefühlen der Hände und/oder Arme 28 %. Den Rückgang der vibrationsbedingten Weißfinger-Erkrankung seit Anfang der 70er Jahre führen die Autoren auf die Einführung vibrationsgedämpfter Motorsägen und auf den Transport der Waldarbeiter in geheizten Kraftfahrzeugen zurück.

Einen zusammenfassenden Bericht über 5jährlich erfolgende Befunderhebungen von 1970-1974 bei einer Gruppe von 46 Waldarbeitern geben TAYLOR und Mitarbeiter (50). Während die Häufigkeit der Vibrationsbedingten Weißfinger-Krankheit 1970, also vor Einführung der Antivibrationsgriffe, und auch die folgenden drei Jahre noch bei 85 % lag, reduzierte sie sich 1974 auf 76 %. Ab 1972 hatten alle Waldarbeiter Motorsägen mit Antivibrations-Griffen (In einer Kontrollgruppe ohne Vibrationsexposition war der Anteil 1969 6 % und 1971 6,6 %). Auch der Schweregrad der Erkrankung verlagerte sich zu Gunsten der leichteren Stadien. Dem Stadium 3 mit ernststen Behinderungen der Arbeit und außerberuflicher Aufgaben gehörten 1970-1972 40-50 % der Waldarbeiter an, 1973 nur noch 26 % und 1974 11 %, dem asymptomatischen Stadium 0 dagegen 1970-1973 13 % und 1974 schon 24 %. Dabei hatte sich bei der hier untersuchten Gruppe mit jedem Jahr nicht nur das Alter, sondern auch die Dauer der Motorsägenarbeit von durchschnittlich 6.4 Jahren (1970) auf 10,4 Jahre (1974) erhöht. Die Autoren schreiben die Verbesserungen vor allem der Einführung der Antivibrations-Griffe zu, die nur noch eine Beschleunigung von höchstens 60 m/sec^2 gegenüber vorher $200 - 400 \text{ m/sec}^2$ zulassen. Daneben dürfte sich die behördliche Arbeitszeitregelung von maximal 5-6 Stunden pro Tag 5 Tage pro Woche Vibrationsexposition günstig ausgewirkt haben.

Die Ergebnisse dieser epidemiologischen Untersuchungen zeigen in den letzten Jahren eine Tendenz der Besserung sowohl was die Häufigkeit als auch den Schweregrad des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms betrifft. Die Gründe hierfür liegen in der Einführung der Antivibrations-Griffe, der in den letzten Jahren verstärkt zum Einsatz gebrachten arbeitsmedizinischen Schutzmaßnahmen sowie Änderung der Arbeits- und Pausengestaltung.

Die Verhältnisse in Deutschland unterscheiden sich von denen im Ausland dadurch, daß der Waldarbeiter bei uns meist nicht einseitig auf die Tätigkeit mit der Motorsäge spezialisiert ist, und daß er sie konzentriert im allgemeinen nur im Winterhalbjahr und dann nicht länger als 3 - 5 Stunden am Tage einsetzt. So ist zu verstehen, daß das Vibrationsbedingte Vasospastische Syndrom bei den Waldarbeitern in Deutschland nicht die Rolle spielt wie in den Ländern mit anderen Arbeits- und härteren Klimabedingungen.

5. Ätiologie und Pathogenese

a) Ätiologie

Seit LORIGA 1911 über Vibrationsschäden bei Arbeitern berichtete, versuchen Wissenschaftler vieler Länder, in die Geheimnisse der Ätiologie einzudringen. Bis etwa 1930 - bekannteste Vertreterin ist Alice HAMILTON - wurde der Wechselwirkung von Greifkraft und Kälte die größte Bedeutung als Ursache des vibrationsbedingten Raynaud'schen Phänomens beigemessen.

Unter dem Einfluß von Maria SEYRING wandte man ab 1931 die Aufmerksamkeit vor allem den Vibrationen zu. Sie wurden - neben dem Faktor Kälte, der praktisch nie als Mitverursacher oder -auslöser in Frage gestellt worden war und wird - in den Vordergrund gerückt. Diese Auffassung wurde jahrelang beibehalten, ohne daß sie jemals bewiesen werden konnte. Sind es die Vibrationen oder die sich immer wiederholende starke Abkühlung der Finger bzw. des Körpers? Ist es die Greifkraft oder ein Zusammenwirken aller dieser Faktoren? Oder muß noch ein weiterer prädisponierender (hereditärer?) Faktor hinzukommen, um ein Vasospastisches Syndrom auszulösen? Diese Frage konnte bis heute nicht zuverlässig beantwortet werden!

Die von HEIDRICH (16) zusammengestellte Liste zeigt die Vielfalt der heutzutage diskutierten möglichen ätiologischen Zusammenhänge, Krankheiten und Noxen, bei denen Raynaud-Symptome auftreten können:

Arterielle Verschußkrankheiten

Arteriosklerose
 Thrombangiitis obliterans
 Embolien

Kollagenosen

Lupus erythematodes
 Periarteriitis nodosa
 Wegener' Granulomatose
 CREST-Syndrom
 Dermatomyositis
 Rheumatoide Arthritis
 Dupuytren'sche Kontraktur
 Eosinophile Fasciitis

Schultergürtel-Syndrome

Scalenus-anterior-Syndrom
 Kostoklavikular-Syndrom
 Hyperabduktions-Syndrom

Hämatologische Erkrankungen

Kälteagglutinationskrankheiten
 Kryoglobulinämien
 Polyzythämie
 Paraproteinämie
 (Plasmozytom)

Intoxikationen

Polyvinylchlorid
 Schwermetalle
 Ergotamine
 Serotonin
 Cyanamide
 Pilzkrankungen
 Olefine

Traumen

Lokale Verletzungen u. Operationen
 Berufliche Mikrotraumen
 (Preßlufthammer, Motorsägen)
 Röntgenstrahlen
 Lokale Wärmeeinwirkung

Neurologische Erkrankungen

Multiple Sklerose
 Neuritis
 Poliomyelitis
 Syringomyelitis
 Rückenmarkstumor
 Zerebrale Endangiitis
 Apoplektischer Insult
 Kausalgie
 Karpal-Tunnel-Syndrom

Venöse Verschußkrankheiten

Thrombose der A. axillaris
 Arterio-venöse Fisteln
 Arterielle Dysplasie
 Medikamente

Clonidin
 Noradrenalin
 Hormonelle Kontrazeptiva
 Beta-Blocker
 Vynblastin
 Bleomycin

Endokrinol. Erkrankungen

Hypothyreose
 Phäochromozytom
 Hyperparathyreoidismus

Erkrankungen d. Wirbelsäule

Skoliose
 Arthrose der Halswirbelsäule
 Rheumatoide Spondylitis

Paraneoplastische Syndrome

Karzinom

Erkrankungen der Leber

Leberzirrhose

Hypertonie

Urämie

HämodialysePrimäre pulmonale Hypertonie

Thesaurismose

Morbus Fabry

Bakterielle Infektionen

Entamoeba histolytica

Lymphzirkulationsstörungen

Daß bereits die Ausübung statischer Haltekräfte die periphere Durchblutung und die Hauttemperatur deutlich herabsetzt, konnten DUPUIS und WEICHENRIEDER (7) im Jahre 1977 berichten. Sie hatten in umfangreichen Untersuchungen an 10 männlichen Versuchspersonen im Durchschnittsalter von 24,9 Jahren festgestellt, daß Vasokonstriktionen (gemessen als Verminderung der Fingerpulsamplitude) vorrangig durch Lärm, Erniedrigung der Hauttemperatur jedoch primär durch Greifkraft und Vibrationen bedingt sind. Es können demnach sowohl Greifkraft und Vibration als auch Lärm schon nach kurzer Expositionszeit zu peripheren und vegetativen Störungen führen.

b) Pathogenese

Maurice RAYNAUD, der 1862 zum erstenmal eine Form akraler Durchblutungsstörungen beschrieb, sah die Ursache eines Raynaud-Phänomens in lokalen Vasospasmen als Folge eines erhöhten Sympathikotonus.

Nach THULESIUS (51) können fünf verschiedene Mechanismen an der Pathogenese eines Raynaud-Phänomens beteiligt sein:

1. ein erhöhter Gefäßtonus
2. Gefäßanomalien
3. Blutdruck
4. Blutviskosität
5. Immunologische Faktoren

Während der Autor den ersten beiden Ursachen nur unter besonderen Voraussetzungen eine pathogenetische Bedeutung beimißt, hält er vor allem den niedrigen Blutdruck für eine der Hauptursachen sowohl des primären als auch des sekundären Raynauds. Beim sekundären Raynaud ist es die lokale Hypotension distal eines arteriellen Verschlusses. Außerdem scheint die Viskosität ein wesentlicher zusätzlicher Faktor zu sein, zumal sie unterhalb einer Temperatur von 20°C rasch zunimmt. Die Bedeutung immunologischer Faktoren für die Entstehung eines sekundären Raynaud wird nach seiner Auffassung nach wie vor sehr kontrovers beurteilt.

Beim Vasospastischen Syndrom bzw. Raynaud-Syndrom handelt es sich nach LANGERON (34) um intermittierende vasomotorische Störungen, die im allgemeinen durch Kältereiz ausgelöst werden und zu einer akralen Ischämie der Finger führen.

HEIDRICH et al. (17) vertreten aufgrund eigener Untersuchungen mit Raynaud-Kranken die Auffassung, daß Raynaud-Symptome sehr häufig assoziiert sind mit neurotischen Verhaltensmustern. Bei einer prämorbidem Persönlichkeitsstruktur führen chronische Konfliktsituationen im Familien- und beruflichen Bereich zu einer erhöhten Frequenz und Intensität Raynaud'scher Anfälle. Diese Feststellung wird unterstrichen durch die Beobachtung anderer Untersucher, wonach emotionelle Streß- und Angstgefühle die Hautdurchblutung herabsetzen. Aus der Erkenntnis, daß eine Exazerbation von Raynaud-Attacken mit chronischen Konfliktsituationen korreliert sein kann, fordert HEIDRICH systematische diagnostische Bemühungen mit Hilfe psychologischer Tests, neurotische Tendenzen, vor allem bei jüngeren Personen, herauszufinden.

Um das Auftreten vibrationsbedingter Raynaud-Phänomene zu erklären, sind inzwischen eine Reihe von Hypothesen aufgestellt worden:

Durch Biopsien von Handarteriolen zweier Minenarbeiter konnten ASHE et al. (2) hypertrophische und fibrotische Veränderungen nachweisen, die eine Lumeneinengung der Gefäße zur Folge hatten. Ein Kältereiz hatte sich bei dem einen Patienten in einer Weißfärbung, bei dem zweiten in einer Zyanose der betroffenen Finger ausgewirkt.

Die Autoren diskutieren aufgrund der biopsischen Befunde folgende pathogenetische Zusammenhänge: Kälte- und Vibrationsreize rufen zunächst eine physiologische Gefäßkonstriktion hervor. Bei ständiger Wiederholung führen diese zu einer funktionellen Hypertrophie

der Gefäßmuskulatur, die bei weiterer Reizexposition fortschreitet. Dann genügt bereits ein geringer Kältereiz, um einen das Gefäß verschließenden Vasospasmus auszulösen, der zu einer Weißfärbung des Gewebes führt. Die Ursache einer sich primär als Zyanose manifestierenden Schädigung erklären die Autoren mit einer pathologischen Gefäßwandhypertrophie und Fibrose, die zu einem Elastizitätsverlust der Arteriolen geführt hat. Bei diesen Arteriolen kann ein exogener Kälte- oder Vibrationsreiz keine vollständige Vaskonstriktion mehr hervorrufen. Durch das verbleibende enge Restlumen bleibt nur noch ein schwacher Blutfluß möglich, der keine ausreichende Sauerstoffversorgung des Gewebes mehr erlaubt und deshalb eine Zyanose entstehen läßt.

Über den Fall eines verstorbenen Patienten, der durch die langjährige Arbeit mit einem Preßluftbohrer eine Gangrän an den Fingern beider Hände aufwies berichtet WALTON (53). Bei der Autopsie wurde kein Hinweis auf eine allgemeine Arterien- oder Bindegewebserkrankung gefunden, auf die die Veränderungen der Hände hätten zurückgeführt werden können. Eine mikroskopische Untersuchung der befallenen Finger ergab obliterierende Veränderungen der Arterien, das Vorhandensein von Plättchenthromben in subkutanen Venen und Hautvenolen und chronisch-degenerative Läsionen. Die Nervengeflechte und Nervenendigungen der Haut waren durch diese Läsionen in Mitleidenschaft gezogen.

In dem hier berichteten Fall schien der Verschluß von Arterien in einigen Abschnitten des Fingers durch eine extreme Proliferation der Intima mit Fibrose und Elastose, in anderen Abschnitten jedoch primär durch Thrombosen verursacht zu sein. Eine ausgeprägte Stenose der Fingergefäße führt nach Darstellung des Autors zu einer entsprechend starken Verminderung des Blutflusses innerhalb der betroffenen Fingergefäße. Eine Verlangsamung des Blutflusses wiederum begünstigt eine Plättchenadhäsion, was dann zu einer erhöhten Thrombosierungstendenz führt. Es wird vermutet, daß die in den Venen gefundenen Läsionen auf diese Weise entstanden sind.

Anhand von Tierversuchen hatten GAGOV et al. (10) an 25 auto-perfundierten Katzenextremitäten, die mechanischen Schwingungen ausgesetzt waren, eine erhebliche Widerstandszunahme im untersuchten Gefäßbett festgestellt. Als Ursachen diskutieren die Autoren

1. eine nervale, eventuell über Gefäßreflexe induzierte Vasokonstriktion, die sich mit einer Sensibilisierung der Gefäßmuskulatur gegenüber vasoaktiven Neurotransmittern erklären ließe,
2. eine Strömungswiderstandszunahme aufgrund lokaler durch Vibrationseinwirkung herbeigeführter Effekte metabolischer oder allgemein humoraler Natur sowie
3. eine direkt-myogene Gefäßmuskelreaktion.

Da nach Ansicht der Autoren der Tonus peripherer Widerstandsgefäße in vivo größtenteils myogener Natur ist, und die unter 1. und 2. genannten Faktoren am Zustandekommen einer Vibrationskonstriktion ausgeschlossen werden können, gelangen sie zu der Annahme, daß die Gefäßkonstriktion auf myogene Gefäßreaktionen zurückzuführen sei, die bei häufiger Wiederholung zu irreversiblen Gefäßverschlüssen führen können.

SIVERTSSON und LJUNG (47) stellen aufgrund experimenteller Untersuchungsergebnisse an isolierten glatten Gefäßmuskelpreparaten verschiedener Tiere folgende Pathomechanismen zur Diskussion:

Werden Vibrationen von genügender Intensität auf die präkapillären Widerstandsgefäße der Hand übertragen, kommt es zu einer passiven Erschlaffung der glatten Gefäßmuskelzellen. Ihr Stoffwechsel bleibt jedoch wie bei einer aktiven Anspannung erhalten. Da man weiß, daß diese im Laufe der Zeit bei jeder Art von Muskelgewebe eine Hypertrophie hervorrufen kann, wird angenommen, daß auch eine vibrationsinduzierte Gefäßdilatation sekundär zu einer Gefäßwandhypertrophie führt. Im Vergleich zu einem normalen bringt bei einem durch Gefäßwandhypertrophie veränderten Gefäß eine Muskelkontraktion eine stärkere Lumeneinengung mit den Folgen einer reduzierten Durchblutung mit sich. Auch genügen hier viel geringere vaso-konstriktorische Reize, um vasospastische Reaktionen hervorzurufen.

Anhand angiographischer Untersuchungen bei 50 Vibrationskranken, deren größter Anteil Motorsägenarbeiter waren, gelangten HORVATH und Mitarbeiter (20) zu folgenden Befunden:

- die Kontrastauffüllung der Hand- und Fingerarterien erfolgte sehr verzögert
- die Gefäßlumina waren erheblich eingeengt und damit der Kontrastmittelfluß erheblich reduziert

- das Kollateralsystem der die Finger III, IV und V versorgenden Arteria ulnaris war oft mangelhaft ausgebildet, was eine gehäufte Schädigung dieser Finger zur Folge hatte
- es zeigte sich eine auffallend oft vorkommende Anomalie des Arcus palmaris superficialis sowie
- vermehrte Shuntbildungen am Unterarm und in den Handtellern.

Die Entstehung der Shuntbildungen führen die Autoren darauf zurück, daß die durch den ständigen Vibrationsreiz hervorgerufenen Vasospasmen einen erhöhten intravasalen Druck bewirken, was wiederum die Ausbildung arteriovenöser Anastomosen begünstigt. Die Folge ist eine periphere Ischämie. Darüberhinaus muß nach Meinung der Autoren jedoch zugleich eine pathologische Kontraktionsbereitschaft des Arteriensystems der Hand und des Unterarms als Reaktion auf ständige mechanische und/oder thermische Einflüsse vorhanden sein.

STEWART und GODA (48) vertreten die Ansicht, daß es durch die Vibrationsexposition zu Kallusablagerungen in der Kutis und Subkutis der Hände kommt. Auch kann nach ihrer Ansicht ein Vasospasmus nur dann segmental auftreten, wenn die betroffenen Gefäße kleiner als Arteriolen, also z.B. Kapillaren sind. Kapillaren können sich jedoch nicht verengen und nur dann erweitern, wenn sie in weiches und flexibles Gewebe eingebettet sind. Ist ihre Umgebung durch Kallusablagerungen starr und unbeweglich geworden, wie dies bei langjähriger Vibrationseinwirkung der Fall ist, sind sie nicht mehr in der Lage, sich dem unterschiedlichen Blutangebot bedarfsgerecht anzupassen.

HYVÄRINEN und PYYKKÖ (21) machen die ständige Überreizung der vorwiegend in der Subkutis gelegenen Mechanorezeptoren, der sog. Vater Pacinischen Tastkörperchen für das Zustandekommen eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms verantwortlich: durch den hier über lange Zeit einwirkenden Vibrationsreiz kommt es zu einer exzessiven Aktivierung der vaso'konstringierenden sympathischen Nerven. Dadurch stellt sich eine Hypertrophie der Gefäßmuskulatur ein. Ist diese einmal manifest, genügen einfache Stimuli wie die Abkühlung des Körpers oder Lärm, um einen Vasospasmus auszulösen.

Veränderungen innerhalb des Immunsystems im Zusammenhang mit dem Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndrom vermutete LANGAUER-LEWOWICKA (33) und führte an insgesamt 168 Patienten immunologische Untersuchungen durch. Von 131 langjährig vibrationsbelasteten Patienten wiesen 81 Raynaud-Phänomene auf, 50 waren symptomfrei. Weitere 37 Personen mit Raynaud-Symptomatik waren nie Vibrationen ausgesetzt gewesen. Es zeigte sich bei der raynaud-positiven Gruppe ein erhöhter Gehalt an Beta-Globulinen, Gamma-Globulinen und Antiglobulin-Antikörpern. Auch war die Kälte-Agglutinationsreaktion in dieser Gruppe häufiger positiv als bei den symptomfreien Probanden. Außerdem waren die IgG-Serumkonzentration im Prodromalstadium und IgG-Immunglobuline im fortgeschrittenen Stadium der Vibrationserkrankung signifikant erhöht.

Von keinem der hier referierten Autoren wird die Bedeutung der Vasokonstriktion als wesentlicher pathogenetischer Faktor bei der Entstehung oder Auslösung eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms in Frage gestellt. Unterschiedliche Auffassungen bestehen bezüglich des Pathomechanismus.

Kurz zusammengefaßt werden folgende Möglichkeiten diskutiert:

- Elastizitätsverlust der Gefäße als Folge einer Hypertrophie und Fibrosierung der Gefäßwandmuskulatur
- Erhöhte Thrombosierungstendenz als Folge einer Viskositätszunahme des Blutes
- Durchblutungsbehinderung durch Veränderungen des Gefäßsystems (Shuntbildungen und Gefäßanomalien)
- Irreversible Gefäßverschlüsse durch wiederholte myogene Gefäßkonstriktion
- Elastizitätsverlust der Kapillaren infolge von Kallusablagerungen in Kutis und Subkutis der Hand
- Veränderungen des immunologischen Reaktionssystems
- Persönliche Disposition

6. Diagnostische Verfahren

Als Anfang der 60er Jahre die ersten Beobachtungen über Raynaud-ähnliche Symptome bei Waldarbeitern bekannt wurden, begann man mit dem Versuch, die Beschwerden zu objektivieren. Die angewandten Verfahren gingen von den vermuteten auslösenden Noxen aus: Vibrationen, Greifkraft, Lärm, Kälte und Nässe. Darüberhinaus wurde eine individuelle Disposition vermutet. Mit Hilfe von Anamnese, körperlicher Untersuchung und einer Reihe von Testverfahren wurde immer wieder versucht, eine brauchbare Methode zum Nachweis eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms zu entwickeln:

a) Anamnese und medizinische Untersuchung

MIURA (41) ermittelte 1963 in einer reinen Fragebogenaktion bei japanischen Motorsägenarbeitern 5,7 % mit Weißfinger-Symptomen. Bei einer Wiederholung in den Jahren 1965-1966 waren es bereits 37-53 %. In Australien verwendeten BARNES und Mitarbeiter (3) für die Exploration und Untersuchung von 82 Waldarbeitern einen Fragebogen, der Beruf, Familiengeschichte, Krankengeschichte, spezielle Raynaud-Symptomatik sowie Befunde der körperlichen Untersuchung berücksichtigte. 53 % klagten über Raynaud-Symptome wie Taubheit, Hyperästhesie oder Weißfärbung der Finger. HELLSTRÖM und LANGE ANDERSEN (18) fanden anhand einer spezifischen Arbeitsanamnese bei Waldarbeitern ohne Vibrationsbelastung 14 % mit Raynaud-Symptomen, bei Motorsägenarbeitern 47 %. Ausgelöst wurden die Attacken vorwiegend durch nasse Kälte, kaum durch Vibrationen allein.

IWATA (23) berichtet über das Ergebnis eines Fragebogens, der von 774 Waldarbeitern im Süden der Hauptinsel Japans beantwortet worden war. Von den Motorsägenführern gaben 50 % Taubheit der Finger, 38 % starke Kälteempfindlichkeit, 29 % weiße Finger an. Die entsprechenden Angaben der übrigen Waldarbeiter lagen bei 9, 15 und 0 %. Ähnlich war die Häufigkeitsverteilung von zahlreichen weiteren Symptomen wie Müdigkeit, Frösteln, Mattigkeit, Vergeßlichkeit, sexuelle Abneigung, deren Zusammenhang mit Motorsägenauswirkungen ohne Eingehen auf japanische Mentalität und Arbeitsweise schwer verständlich ist. Statt einer körperlichen Untersuchung wurden verschiedene sensorische Prüfungen durchgeführt.

Anfang 1971 verschickten LAITINEN und Mitarbeiter (32) Fragebögen an 885 Waldarbeiter. 81 % gaben Symptome in den oberen Extremitäten an, hiervon u.a. 60 % Taubheit und 41 % Weißfärbung der Hände. Die Beschwerden hatten sich meist nach 3-5 jähriger Arbeit mit der Motorsäge eingestellt. 17 % klagten über Herzstörungen, 24 % hatten Magenbeschwerden, 36 % Kopfschmerzen und 69 % Rückenschmerzen. Die Waldarbeiter mit Raynaud-Symptomen waren empfindlich gegen Kälte, durch die die Symptome auch verstärkt wurden. Keinen Einfluß auf die Symptomatik schienen nach diesen Ergebnissen das Fabrikat der Motorsäge, die Verwendung eines geheizten Griffes oder von Vibrationsabsorbern sowie Rauchgewohnheiten zu haben.

b) Vibrationsempfindungsschwelle

Die Vorstellung, daß eine langdauernde Vibrations-
einwirkung die Vibrationsempfindung an den Fingern
beeinträchtigen könnte, veranlaßte u.a. PELMEAR,
TAYLOR und PEARSON, spezielle Testverfahren bei
vibrationsbelasteten Personen anzuwenden (42).

Sie gingen von der Überlegung aus, daß die
Schwelle für die Empfindung einer Vibration höher,
d.h. die Vibrationsempfindlichkeit niedriger ist,
wenn die peripheren Nerven geschädigt sind. Bei
94 Motorsägenarbeitern und 72 Kontrollpersonen
wurden mit einem normierten Anpreßdruck die
Kuppen der Zeige- und Mittelfinger Vibrations-
frequenzen von 8, 140, 250 und 400 Hz ausgesetzt.
Zwar zeigte sich bei den 94 Motorsägenarbeitern
eine höhere Empfindungsschwelle, jedoch über-
lappten sich die Ergebnisse so stark, daß der
Test sich als ungeeignet zur Objektivierung
einer vibrationsbedingten Weißfinger-Krankheit
erwies. Andererseits korrelierte bei anamnestic
diagnostizierter Erkrankung deren Schweregrad mit
einer entsprechend höheren Vibrationsempfindungs-
schwelle.

Mit der gleichen Methode, die sie durch einen
Kälte-Provokations-Test erweitert hatten, kamen
KOTANI und Mitarbeiter (30) zu dem Ergebnis, daß

- die Vibrationsschwelle bei den Motorsägenführern
generell höher lag als bei den Kontrollpersonen
- die vibrationskranken Motorsägenarbeiter eine
signifikant höhere Schwelle aufwiesen als die gesunden
- die Schwelle mit dem Alter anstieg
- die Schwelle mit sinkender Temperatur anstieg
- die Schwelle nach dem Kälte-Provokations-Test bei
den Vibrationskranken höher lag als bei den Gesunden.

TAYLOR und Mitarbeiter (50) berichten über Ergebnisse von Berufsanamnesen, die sie von 1969 bis 1974 5mal bei immer derselben Gruppe von Motorsägenarbeitern erhoben. Die angegebenen Symptome wurden nach bestimmten Kriterien bewertet und deren Verlauf registriert. Körperliche Untersuchungen waren nicht eingeplant, statt dessen einige sensorische Prüfungen. Die letzte Befragung im Januar 1974 nach Einführung der Antivibrations-Griffe ergab immer noch eine Weißfinger-Quote von 76 % (1970-1973 rund 85 %) gegenüber 6-7 % in einer Kontrollgruppe ohne Motorsägenarbeit.

c) Kälte-Provokations-Test

Kälte und Feuchtigkeit werden als wesentliche Auslöser eines vasospastischen Anfalls bzw. der Weißfärbung der Finger angesehen. Deshalb lag der Versuch, eine Attacke auf demselben Weg im Labor provozieren zu wollen, nahe. Doch oft ließ sich trotz anamnestisch gesichert scheinender Erkrankung kein Anfall reproduzieren. So wurde durch Änderung der Wassertemperatur, Expositionszeit der Hände im Wasser, durch Abkühlung anderer Körperteile, verschiedene Abkühlungsmedien versucht, die für eine Provokation des Anfalls geeigneten Voraussetzungen zu schaffen. Auch die Messung der Wiedererwärmungszeit wie die Bewertung der gewonnenen Meßergebnisse ist immer wieder variiert worden. Die Problematik der Durchführung und Beurteilung der Kälte-Provokations-Tests zeigt sich in den verschiedenen in der Literatur beschriebenen Konzeptionen.

PYYKKÖ (45) unterzog 118 Waldarbeiter einem Kälte-Provokations-Test, bei dem sie die Arme bis zu den Schultern in ein Wasserbad von 13-15°C tauchten. Auf die nackten Schultern wurde ein feuchtes Handtuch mit der Temperatur von ebenfalls 13-15 °C gelegt und alle 15 sec gewechselt. Während der Kälte-Exposition hatten die Probanden bewegliche Metallzylinder mit ihren Händen zusammenzudrücken. Nach 15 min wurde die Farbe der Finger beurteilt. Eine Weißfärbung, die länger als 1 min anhielt, galt als positives Raynaud-Zeichen, das sich bei 21 Waldarbeitern von 52, die über ein Raynaud-Phänomen berichteten, bestätigten ließ.

Bei 52 Waldarbeitern mit Vibrationskrankheit versuchte HELLSTRÖM (19), eine Weißfärbung der Finger zu provozieren: 35 min lang saßen die Probanden nackt in einem Raum von 11°C . Als Kontrolle dienten weitere 30 Motorsägenarbeiter ohne Symptomatik und 12 Probanden ohne berufliche Vibrationsbelastung. Es zeigte sich, daß die Finger vasospastisch erkrankter Waldarbeiter schneller abkühlten und nach 15 min eine signifikant niedrigere Temperatur aufwiesen als die Finger der Probanden ohne berufliche Vibrationsexposition.

Der Japaner CHANG (4) veröffentlichte 1976 seine umfangreichen Untersuchungsergebnisse. Er ließ gesunde Studenten und Vibrationserkrankte 10 min lang jeweils eine Hand in 5°C temperiertes Wasser eintauchen. Da diese Temperatur bei den meisten erhebliche Mißempfindungen hervorrief, wiederholte er denselben Versuch mit einer Wassertemperatur von 10°C , die von den meisten als wesentlich erträglicher empfunden wurde. Die Wiedererwärmungskurve nach Beendigung des Kältereizes stieg in den ersten 10 min steil an und flachte dann ab. Der Kurvenverlauf war bei den Gesunden deutlich steiler als bei den Kranken.

Ebenfalls aus Japan berichtet MATOBA (38) über die Untersuchung von 300 Probanden mit Vibrationserkrankung. Den Kälte-Provokations-Test führte er mit Wasser von 10°C für die Dauer von 10 min durch. Jeweils eine Hand wurde bis zum Handgelenk eingetaucht. 5-10 min lang nach Beendigung des Kälte-Provokations-Tests wurde die Fingertemperatur gemessen. Abnorme Werte fand er bei 60 %, wobei die Kriterien, nach denen ein Patient als "krank" eingestuft wird, nicht beschrieben sind.

485 Motorsägenarbeiter, von denen 158 anamnestisch ein Raynaud-Phänomen angaben, unterzogen sich einem von KAKOSY (27) durchgeführten Kälte-Provokations-Test: 10 min Exposition der Hände in Wasser von 14°C. Bei 33 % der untersuchten Waldarbeiter ließ sich eine Weiß- oder Blaufärbung eines oder mehrerer Finger bestätigen, wobei vor allem die Finger III, IV und V der rechten Hand betroffen waren.

LAROCHE (35) beschreibt 2 Methoden: einmal sieht er als positives Ergebnis eines Kälte-Provokations-Tests die Weißfärbung der Finger nach einem Wasserbad von 15°C über 5 min an. Zum anderen empfiehlt er, die Patienten ein Thermometer 2 min lang fest greifen zu lassen, dann die Ausgangstemperatur jeder Hand zu notieren. Nachdem die Hand 5 sec lang in 2°C temperiertes Wasser eingetaucht war, hat der Patient das Thermometer wiederum fest zu greifen. Die Temperatur wird über 15 min jede Minute notiert. Im Normalfall soll die Handtemperatur innerhalb von 6-7 min zum Ausgangswert zurückgekehrt sein. Eine verzögerte, länger als 15 min dauernde Temperaturwiederkehr zeigt eine abnorme Kältereaktion an.

Keine signifikanten Unterschiede zwischen Vibrations-exponierten und Kontrollpersonen bezüglich ihrer Reaktion auf Kälte-Provokation fanden PELMEAR et al. (42). Nach dreiminütigem Anwärmen der Hände in einem Wasserbad von 45°C ließen die Untersucher die Probanden die Hände für 3 min in 15°C temperiertes Wasser tauchen. Es zeigte sich zwar der Trend einer verlängerten Wiedererwärmungszeit der Finger bei vibrationsbelasteten Probanden, jedoch bestand eine große Überlappung mit den Ergebnissen der Kontrollpersonen.

GORSKI et al. (11) führten bei 748 Motorsägenarbeitern einen Kälte-Provokations-Test durch, bei dem Hand und Unterarm 10 min einem Luftstrom von 12°C ausgesetzt wurden, nachdem sie vorher 5 min in einem Wasserbad von 37°C erwärmt worden waren. Die Ausgangstemperaturen und Wiedererwärmungszeit wurden am II., III. und IV. Finger der abgekühlten Hand gemessen. In der Gruppe der "Gesunden" hatten die Finger nach 10 min 95 % und nach 25 min 100 % der Ausgangstemperatur erreicht, während die der "Kranken" auch innerhalb von 25 min die Ausgangstemperatur nicht wieder erreichten. Der Temperaturunterschied zwischen "gesunden" und "kranken" Fingern ließ sich am deutlichsten in der Zeit zwischen der 10. und 15. Minute nach Abschluß der Abkühlungsphase abgrenzen.

In seinem Lehrbuch und Atlas der Angiologie (8. Auflage) beschreibt KAPPERT (28) einen Wärme-Kälte-Test im Zusammenhang mit der Diagnose der Akrozyanose: "Hände 5 min in warmem, dann 5 min in kaltem Wasser von 12°C. Verzögerte Wiedererwärmung der Fingekuppen: beim Gesunden Ausgangspunkt (vor dem Kältereiz) nach höchstens 20 min wieder erreicht, beim Akrozyanotiker erst nach 30 min und mehr".

Bei aller Unterschiedlichkeit der in der Literatur beschriebenen Konzeptionen zur Durchführung eines Kälte-Provokations-Tests werden folgende Erfahrungen erkennbar:

- eine Wassertemperatur von 10-15°C bewährte sich in der Mehrzahl der Untersuchungen und wurde von den Probanden toleriert
- die Kälteexpositionszeit der Hände lag zwischen 5 und 10 min
- die auffälligste Temperaturdifferenz zwischen kranken und gesunden Fingern scheint sich zwischen 10 und 15 min nach Beendigung der Abkühlungsphase zu zeigen (HELLSTRÖM, GORSKI, CHANG, LAROCHE).

d) Thermographie

Qualitative Unterschiede der Wärmeabstrahlung von Händen und Fingern lassen sich mit Hilfe der Thermographie erfassen.

Über seine Erfahrungen mit der Infrarot-Thermographie zur Untersuchung vibrationsbedingter peripherer Durchblutungsstörungen berichteten im Jahre 1973 MÄHRLEIN und Mitarbeiter (37). Das von ihnen verwendete Fernsehsystem ermöglichte nicht nur die Bestimmung von Temperaturdifferenzen sondern auch die Messung der absoluten Temperaturen mit einer Genauigkeit bis zu $0,2^{\circ}\text{C}$. Eben beginnende Alterationen der Fingerdurchblutung wurden als gegeben erachtet, wenn beim Vergleich beider Hände Temperaturdifferenzen von 1°C überschritten wurden.

CHUDACEK (6) arbeitete ebenfalls mit einer telethermographischen Methode, die nicht näher beschrieben wurde. Er hält dieses Verfahren für sehr geeignet zur Diagnose berufsbedingter Vasoneurosen und sieht die Erkrankung als gesichert an, wenn nach einem Kälte-Provokations-Test die Temperatur der Hand nach 45 min die Ausgangstemperatur noch nicht wieder erreicht hat.

MATOBA und Mitarbeiter (38) setzten die Infrarot-Thermographie ein, um die Auswirkung von Motorsägenlärm auf die Fingertemperatur zu studieren. Gleichzeitig wurde eine Finger-Plethysmographie zur Beobachtung vegetativer Reaktionen eingesetzt. Durch die Thermographie ließen sich deutliche Temperaturunterschiede sowie Temperaturreaktionen auf Lärmeinwirkung feststellen, die Rückschlüsse auf den Funktionszustand des autonomen Nervensystems ermöglichen.

e) Plethysmographie

Die Messung des Pulsvolumens am Finger mit Hilfe der Plethysmographie liefert nach Auffassung des Kanadiers LAROCHE (35) zuverlässige Aussagen über die Durchblutungsverhältnisse. Eine abgerundete und niedrige systolische Zacke weist auf einen Vasospasmus oder eine arterielle Läsion hin. Diese Reaktion kann möglicherweise durch einen Kälte-Provokations-Test oder durch Vibrationsexposition ausgelöst werden, wenn sie in Ruhe nicht auftritt. Zur Differentialdiagnose einer obstruktiven Gefäßveränderung kann ein Vasospasmus dadurch ausgeschaltet werden, daß man den Kreislauf vorher bis zum Schwitzen des Probanden belastet.

Der Finne PYYKKÖ (43) untersuchte mit Hilfe der Finger-Plethysmographie Waldarbeiter mit Raynaud-Symptomen, bei denen die Pulskurven von den jeweils am stärksten betroffenen Fingern abgeleitet wurden. Ihn interessierte die Auswirkung von Kälte, Vibration, Lärm und dem Lösen einer Rechenaufgabe auf die Fingerdurchblutung. Die Kälte, hervorgerufen durch ein kaltes, nasses Handtuch auf der nackten Schulter, hatte eine leichte Vasokonstriktion in den Fingern zur Folge. Dieser Effekt wurde durch Vibration verstärkt, und zwar besonders bei einer Schwingung von 125 Hz und einer Amplitude von 230 μm . Eine starke Vasokonstriktion konnte durch den Lärm einer Motorsäge mit 107 dB(A), eine geringere durch die Rechenaufgabe ausgelöst werden. In jedem Falle bewährte sich die Fingervolumen-Plethysmographie als ein zuverlässiger Indikator für eine durch Vasokonstriktion hervorgerufene Durchblutungsstörung.

Auch MATOBA und Mitarbeiter (39) untersuchten die Auswirkung von Motorsägenlärm auf die Fingerdurchblutung und fanden heraus, daß sowohl Gesunde als auch Vibrationskranke auf 10 sec langen Lärmeinfluß von 98-102 dB(A) mit einer deutlichen Verminderung der Pulsamplitude reagierten. Allerdings dauerte bei den Vibrationskranken die Rückkehr zum Ausgangswert sehr viel länger als bei den Gesunden.

f) Angiographie

Als Screening-Verfahren wegen des Aufwands ungeeignet, zur Abklärung einer stenosierenden Gefäßveränderung unerlässlich ist die Angiographie. Über die Anwendung dieses Verfahrens berichten u.a. KAKOSY (27), HORVATH (20) und JAMES et al. (24). Die angiographisch festgestellten Gefäßobliterationen standen in direktem Zusammenhang mit Raynaud-Symptomen an den durch sie versorgten Fingern.

g) Audiometrie

Die außerordentlich starke Lärmbelastung durch die Motorsäge führt, sofern keine ausreichenden Schallschutzmaßnahmen ergriffen werden, unausweichlich zu einer Lärmschwerhörigkeit. Wie GRIEFAHN (12) ausführt, ist Lärmschwerhörigkeit eine reine Innenohrschwerhörigkeit, bei der es zum Verlust von Sinneszellen durch lang andauernde Einwirkung hoher Schallintensitäten kommt. Die Lärmschwerhörigkeit läßt sich von der Schwerhörigkeit anderer Genese relativ gut unterscheiden, da die Hörschwelle einen charakteristischen Verlauf mit der sog. c⁵-Senke (im Bereich von 3-6 kHz) nimmt. Da die Lärmschwerhörigkeit eine entschädigungspflichtige Berufskrankheit ist, kommt der Tonschwellen-Audiometrie in Verbindung mit der Berufs-Anamnese eine große Bedeutung für die Begutachtung zu.

PYYKKÖ (45) hat im Rahmen einer Feldstudie 117 Waldarbeiter audiometrisch untersucht. Anzeichen einer lärmbedingten Hörminderung konnten bei mehr als der Hälfte der Untersuchten festgestellt werden. Allein 45 % hatten einen Hörverlust von mehr als 20 dB im Frequenzbereich von 4000-8000 Hz. Außerdem wurde eine positive Korrelation zwischen Lärmschwerhörigkeit und Vibrationserkrankung errechnet.

MATOKA und Mitarbeiter (40) ermittelten unter 300 hospitalisierten Waldarbeitern nur 22,3 % normale Audiogramme. Die Hörminderung trat hauptsächlich im Bereich von 4000-8000 Hz auf. Ein Drittel der Patienten mit einem abnormen Audiogramm hatte Hörverluste von mehr als 50 dB.

Über eine umfangreiche Untersuchung zur Wertigkeit des Lärms zu anderen Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz hat JANSEN (26) im Jahre 1978 einen Forschungsbericht erstellt, in dem u.a. auch die Ergebnisse von 41 Motorsägen führenden Waldarbeitern mitgeteilt werden. Die Probanden wurden einer Tonschwellen-Audiometrie in den Frequenzen 1, 2, 3, 4 und 6 kHz unterzogen. Zusätzlich wurde der Fingervolumenpuls registriert und mit dem Freiburger Persönlichkeitsinventar eine psycho-vegetative Befunderhebung abgeschlossen. Bei der Beurteilung der Hörverluste wurden altersabhängige Hörminderungen - bei 2000 Hz 5 dB, bei 3000 Hz 8 dB, bei 4000 und 6000 Hz 11 dB pro Dezennium - korrigierend berücksichtigt. JANSEN fand Zusammenhänge zwischen Qualität des Hörens, auffälliger vegetativer Symptomatik und/oder Blutdruckveränderungen einerseits und charakteristischen Verläufen der Volumenpulsation im Lärm.

B. EXPERIMENTELLER TEIL

1. Ziel der Untersuchung

Die Aufgabe bestand darin, ein möglichst einfaches und dabei ausreichend zuverlässiges Diagnoseverfahren zu entwickeln, mit dessen Hilfe es möglich sein sollte, abnorme Durchblutungsreaktionen der Finger auf Kälte- und/oder Vibrationsreiz bei Waldarbeitern festzustellen und hieraus differentialdiagnostische Kriterien abzuleiten. Gleichzeitig sollte ein weiteres, gelegentlich angewandtes diagnostisches Verfahren, die Bestimmung der Vibrationsempfindlichkeit der Finger, auf seine Verwendbarkeit und Aussagefähigkeit überprüft werden. Durch eine groborientierende körperliche Untersuchung einschließlich medizinischer und berufsspezifischer Anamnese sowie einen Hörtest sollten mögliche Zusammenhänge zwischen medizinischen Befunden, beruflicher Disposition und krankhafter Reaktionsweise einzelner Finger aufgedeckt werden. Eine ätiologisch abgesicherte Zuordnung einer solchen Reaktionsanomalität zum Krankheitsbegriff "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" (VVS) sollte jedoch nicht Aufgabe und Ziel dieser Untersuchung sein. Wenn im Rahmen dieser Arbeit der Terminus "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" verwendet wird, so entspricht er der in der Literatur geläufigen ätiopathogenetischen Definition eines Krankheitsbildes, das sich mit den Symptomen einer pathologisch verzögerten Wiedererwärmung der Finger und den damit verbundenen Mißempfindungen, nämlich Taubheitsgefühl, Kribbeln, Schmerzen und Weiß- oder Blaufärbung, äußert und anamnestisch auf eine berufliche Vibrationsexposition zurückgeführt werden kann.

Um die an Waldarbeitern vorgesehene Untersuchung möglichst reibungslos durchführen zu können, sollte sie an einer altersmäßig ähnlich, jedoch beruflich differenziert strukturierten Kontrollgruppe getestet werden. Die Vorversuche wurden in den Räumen des Instituts für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Mainz mit Angestellten der Universität bzw. der Universitätsklinik und Studenten durchgeführt. Der Untersuchungsablauf entsprach dem für die Waldarbeiter vorgesehenen Turnus, allerdings ohne die zwischengeschaltete Arbeitsbelastung durch Motorsägenarbeit. Zweck des Vorversuches war es, Erfahrungen zur Durchführbarkeit des vorgesehenen Untersuchungsganges und der einzelnen Verfahren zu ermitteln sowie möglicherweise Informationen zu erhalten, die für die Beurteilung der bei den Waldarbeitern erhobenen Befunde nützlich sein könnten.

2. Untersuchungsmethodik

a) Versuchskonzeption

Um Untersuchungsergebnisse zu erzielen, die möglichst spezifisch für den mit Motorsägen arbeitenden Waldarbeiter gelten, sollten durch die Versuche Faktoren erfaßt werden, die an Entstehung und Auslösung des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms maßgeblich beteiligt sind. Es wurde deshalb ein Versuchsaufbau konzipiert, der die physiologischen Reaktionen auf Vibration, Kälte und Lärm unter den Bedingungen der Arbeit mit der Motorsäge zu registrieren gestattet.

Aus diesem Konzept ergab sich die Forderung, die Reaktionen der Waldarbeiter auf Vibration, Kälte und Lärm zunächst unter ausgeruhten Bedingungen und ein zweites Mal unmittelbar nach einer normierten Belastung durch Motorsägen-Arbeit zu messen. Hinweise auf eine körperliche Disposition und auf berufsbedingte Schäden konnten unter den gebotenen Bedingungen durch eine körperliche Untersuchung und eine ausführliche medizinische und waldarbeiter-spezifische Anamnese gewonnen werden.

b) Versuchsgruppe

Für den Versuch hatten sich 28 Waldarbeiter der Forstbetriebe Lampertheim und Bensheim (Odenwald) freiwillig zur Verfügung gestellt. Der jüngste war 18, der älteste 58 Jahre alt, das Durchschnittsalter betrug $\bar{x} 39,3 \pm 10,3$ Jahre. Sie hatten regelmäßig 1 - 27 Jahre ($\bar{x} 11,2 \pm 7,6$) mit der Motorsäge gearbeitet. 19 der 28 Waldarbeiter gaben an, 700 Stunden und mehr pro Jahr mit der Motorsäge zu arbeiten. 13 hatten 3 Jahre und länger Motorsägen ohne Antivibrationsgriff bedient.

c) Versuchsaufbau

Da eine Untersuchung der Waldarbeiter im Zusammenhang mit ihrer Motorsäge beabsichtigt war, mußten die Versuche am Arbeitsplatz im Wald erfolgen. Eine weitere Voraussetzung für eine realitätsnahe Anpassung an wichtige pathogenetische Faktoren war die Wahl der geeignetsten Jahreszeit. Für eine Untersuchung "vor Ort" kommt speziell das Winter-Halbjahr in Frage, nicht nur aus klimatischen Gründen, sondern insbesondere deshalb, weil vornehmlich im Winter mit der Motorsäge gearbeitet wird. Bezüglich der klimatischen Bedingungen - naßkalt mit Temperaturen um 5 - 10°C ohne Frost und Schnee - schien die Zeit von Mitte November bis Mitte Dezember am geeignetsten.

Die Durchführung der Untersuchungen an einem täglich wechselnden Arbeitsplatz im Wald erfordert Mobilität. Diese wurde ermöglicht durch Verwendung eines Wohn-Mobils, eines Fahrzeuges, das nicht nur ausreichend Platz für die Unterbringung der benötigten Geräte bietet, sondern auch mit Kühlschrank, Kochherd und Raumheizung (zur Erzielung einer gleichmäßigen Raumtemperatur von 20 - 22°C) ausgestattet ist.



Das mobile Untersuchungslabor, ein sog. Wohnmobil, in dem die Untersuchungen am Arbeitsplatz im Wald durchgeführt wurden.

Durch einen zweckmäßigen Aufbau der Geräte war es möglich, täglich zwei Waldarbeiter ohne Leerlauf vollständig durchzutesten. Der zeitliche Ablauf läßt sich dem Zeitplan(nächste Seite) entnehmen.

Die medizinische Untersuchung und Anamnese-Erhebung wurden am Nachmittag in einem hierfür von der Forstschule Lampertheim (Odenwald) zur Verfügung gestellten Raum durchgeführt.

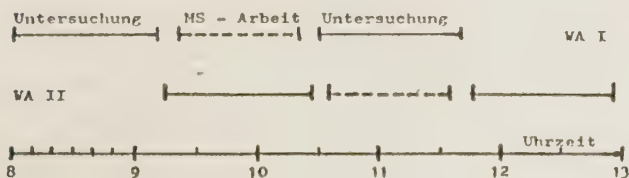
Alle in den Versuch einbezogenen Waldarbeiter waren vor Beginn der Versuchsserie in einem Vortrag über Zweck und Durchführungsweise der Untersuchungen gründlich informiert worden. Insbesondere waren sie darauf hingewiesen worden, daß am Tag der Untersuchung vom Aufstehen bis zur Beendigung der Tests nicht geraucht und kein Alkohol konsumiert werden durfte.

d) Versuchsdurchführung

ZEITPLAN FÜR DIE UNTERSUCHUNG DER WALDARBEITER

Tonschwellenaudiometrie	10'
Vibrationsempfindlichkeitsmessung	10'
Messung der Ausgangstemperatur der Finger	5'
Kälte-Provokations-Test	5'
Fingertemperaturmessung u. Thermographie	30'
Vibrationsempfindlichkeitsmessung	10'
	70'
Weg zur Arbeit und Vorbereitung	10'
Motorsägenarbeit	60'
Weg zur Untersuchung	10'
	80'
Untersuchung wie oben	70'

Dauer der Untersuchung pro Waldarbeiter insgesamt
3 h 40 min ohne medizinische Untersuchung, Anamnese
 und Fragebogen.



Im einzelnen erfolgten die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen in der Reihenfolge ihres Ablaufs:

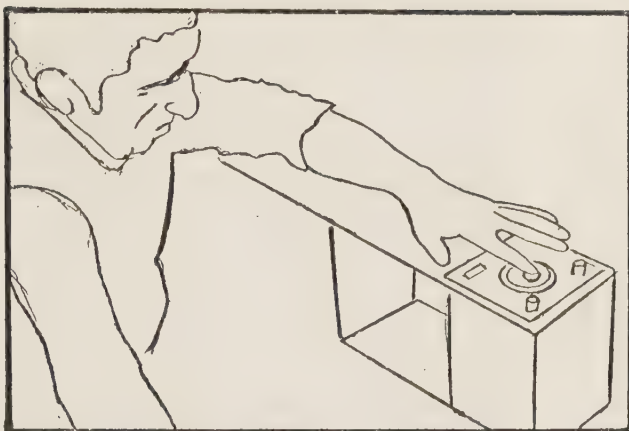
— Audiometrie

Messung der Tonschwellen (dB) bei 9 verschiedenen Frequenzen (125 – 8000 Hz) an beiden Ohren über Luftleitung. Verwendet wurde das vorher geeichte, über Batterien betriebene Koffergerät SIEMENS ATLAS AUDIOTEST G. Die Aufzeichnung der registrierten Tonschwellen erfolgte nach 2-maliger Kontrolle.



Tonschwellenaudiometrie: Der Proband konzentriert sich auf die Wahrnehmung des Tons. Das Meßgerät ist durch eine Sessellehne vor seinen Blicken verborgen.

- Vibrationsschwellen-Messung



Vibrationsschwellen-Messung: Der Finger wird auf den Vibrationsknopf aufgelegt. Das Steuer- und Meßgerät ist vor den Blicken des Probanden abgeschirmt.

Jeder einzelne Finger mußte nacheinander leicht und ohne Druck mit der Kuppe auf den Vibrationsknopf aufgelegt werden, dessen Schwingungsamplitude mittels des kalibrierten und geeichten Potentiometers verändert wurde. Die Messung der Vibrationsempfindungsschwelle erfolgte an jedem Finger 5mal und wurde in eine hierfür vorbereitete Tabelle eingetragen. Als Gerät fand ein geringfügig veränderter Schwingungskalibrator für Beschleunigungsaufnehmer (Hersteller: BRÜEL & KJÆR) Verwendung. Er besteht im wesentlichen aus einem elektromagnetischen Schwingungsgenerator mit einer Frequenz von 79,6 Hz. Die Schwingungen sind sinusförmig. Zur Einstellung der Schwingungsamplitude war das serienmäßig eingebaute Potentiometer durch ein externes Zehngang-Potentiometer ersetzt worden. Dieses hatte einen Skalenring, an dem ein Zahlenwert abgelesen werden konnte, der ein Maß für die Amplitudenhöhe darstellt. Aus dem Diagramm (Abb. 1) ist die am Vibrationsknopf auftretende Effektivbeschleunigung in Abhängigkeit vom Skalenwert ablesbar (z.B. Skalenwert 50 = $0,52 \text{ m/sec}^2$).

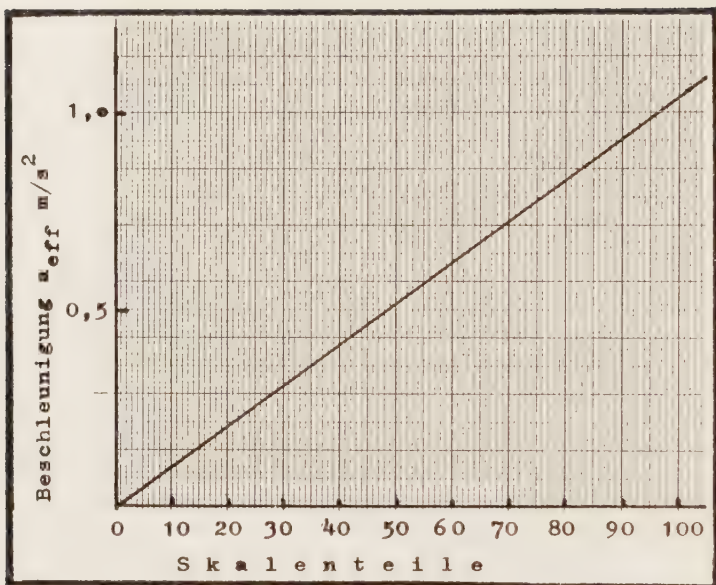


Abb. 1 : Anzeigebereich des Vibrationsgenerators

- Kälte-Provokations-Test

Aufgrund der in der Literatur beschriebenen Verfahren (siehe S.36) wurde für die eigene Untersuchung die niedrigste tolerierbare Wassertemperatur, nämlich 10°C, und die kürzeste Expositionszeit von 5 Minuten gewählt. Das in der Literatur mehrfach beschriebene Wärmebad vor dem Kälte-Provokations-Test (PELMEAR, GORSKI, KAPPERT) wurde durch eine berufsspezifische Kreislaufbelastung, eine einstündige Motorsägenarbeit, ersetzt. Es wurde von der Überlegung ausgegangen, daß eine derartige Belastung des Kreislaufs eine gleichmäßigere Durchwärmung des gesamten Körpers einschließlich der Hände schafft als eine Erwärmung nur der Hände. Außerdem sollte durch eine Standardisierung der körperlichen Arbeit innerhalb des Gesamtkollektivs der Waldarbeiter eine optimal vergleichbare Ausgangstemperatur erreicht werden.

Beide Hände mußten in entkrampfter Haltung gleichzeitig bis über die Handgelenke 5 Minuten lang in stets gleichtemperiertes Wasser von $+10^{\circ}\text{C}$ eingetaucht werden. Das Wasser war vor Beginn der Untersuchung mit Hilfe von heißem Wasser oder Eiswürfeln exakt auf die erforderliche Temperatur gebracht worden. Die Wassertemperatur wurde mit geeichten Laborthermometern kontrolliert.



Kälte-Provokations-Test: Gleichzeitiges Eintauchen beider Hände bis über das Handgelenk in Wasser von 10°C .

– Fingertemperaturmessung

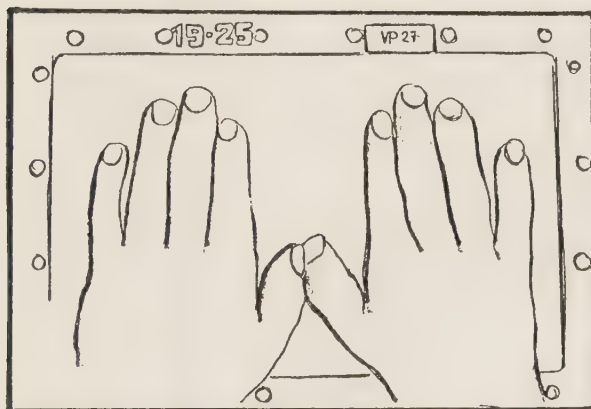
Unmittelbar vor Beginn des Kälte-Provokations-Tests wurden von jedem Finger je 3mal an den Fingerkuppen die Ausgangstemperaturen ermittelt. Sofort nach Beendigung des Kälte-Provokations-Tests und vorsichtigem Abtupfen der Hände erfolgte die kontinuierliche Messung der Wiedererwärmung jedes einzelnen Fingers der linken und der rechten Hand an den Fingerkuppen. Diese Messungen wurden für die Dauer von 30 Minuten oder mindestens bis zum Erreichen einer Temperaturkonstanz durchgeführt. Die mit der Stoppuhr kontrollierten Zeiten ab Ende des Kälte-Provokations-Tests und die Temperaturen wurden in eine Tabelle eingetragen. Für die Temperaturmessung stand ein Thermoelement-Temperaturfühler (Typ 99) mit angeschlossenen geeichten Digital-Thermometer (1500) TECHNOTHERM^(R) zur Verfügung. Das Gerät hat einen Meßbereich von -40°C bis $+140^{\circ}\text{C}$ mit einer Auflösung von $0,1^{\circ}\text{C}$. Die Anzeige erfolgt bei Messung an Oberflächen nach maximal 10 Sekunden.



Fingertemperaturmessung
mit dem Thermoelement-
Temperaturfühler; Digital-
anzeige im Meßgerät

- Flüssigkristall-Thermographie

Wenn sich aus der Temperaturmessung eine deutliche Differenz verschiedener Finger anzeigte oder wenn ein oder mehrere Finger eine deutlich verzögerte Temperaturwiederkehr erkennen ließen, wurde eine Thermographie zwischengeschaltet. Durch Auflegen beider Handflächen auf die Flüssigkristall-Platte



Flüssigkristall-Thermographie: Auflegen beider Hände für 10 sec auf die Thermographieplatte.



Flüssigkristall-Thermographie: Farbaufnahme der Platte unmittelbar nach Abheben der Hände.

für die Dauer von 10 sec wurde eine der Temperatur entsprechende Verfärbung der Platte von dunkelblau ($\geq 30^{\circ}\text{C}$) über hellblau ($= 28-29^{\circ}\text{C}$) bis blaßrosa ($\leq 25^{\circ}\text{C}$) erzeugt. Zur Dokumentierung wurde die Platte unmittelbar nach Abheben der Hände mit Hilfe einer fest aufgebauten Reproduktionseinrichtung abphotographiert (CANON AE 1, 2 Computer-Blitzgeräte BRAUN 2000, Farbumkehrfilm AGFA CT 18). Als Thermographieplatten fand das Fabrikat THERMO-DETECT-SAPCRIL^(R) (Vertrieb: SAREM GmbH, Kehl am Rhein) mit dem Anzeigenbereich 19–25°C Verwendung.

- Motorsägenarbeit



Waldarbeiter beim Entasten und Ablängen mit der Motor-Kettensäge.

Im Anschluß an den ersten Teil der Untersuchung hatte der Waldarbeiter auf dem kürzestmöglichen Weg den vorher zugeteilten Arbeitsplatz im Wald aufzusuchen und die Arbeit mit der Motorsäge aufzunehmen. Diese entsprach der Routine: Fällen, Ablängen und Entasten von Fichten, Kiefern und Buchen. Die Arbeit war zügig genau eine Stunde lang durchzuführen. Zum Sägen wurde im allgemeinen eine Motorsäge mit einer Schnittlänge von 40-45 cm (Gewicht ca. 8-9 kg) verwendet. Die Waldarbeiter waren gehalten, die vorgeschriebene Arbeitsschutzkleidung anzulegen, d.h. Schutzhelm mit Gesichtsschutz, Ohrschützer, Arbeitshandschuhe und -schuhe. Nach Ablauf der einstündigen Motorsägearbeit hatte der Waldarbeiter sich wiederum ohne Verzögerung im Untersuchungswagen einzufinden.

— Berufsspezifische Anamnese

Mit Hilfe eines ausführlichen Fragebogens (siehe Anlage) wurden individuelle, waldarbeiterspezifische Angaben zur beruflichen Entwicklung, zur Berufsausübung und zu Beschwerden, die mit der Arbeit in Zusammenhang gebracht werden können, ermittelt. Besonderes Schwergewicht wurde auf Fragen gelegt, die sich auf mögliche Ursachen des Vasospastischen Syndroms beziehen, wie Dauer und Intensität der Arbeit mit der Motorsäge, ohne und mit AV-Griff, subjektive Beurteilung der Belastung durch Vibrationen, Gewicht, Abgase und Lärm der Motorsäge, durch die Körperhaltung sowie durch Kälte und Nässe. Dieser Fragebogen wurde von den beiden am Vormittag im Wald untersuchten Waldarbeitern nachmittags in der Forstschule ausgefüllt. Anschließend erfolgte die körperliche Untersuchung.

— Medizinische Untersuchung

Zur Erhebung der wichtigsten körperlichen Befunde wurden die beiden Waldarbeiter, die vorher den Fragebogen ausgefüllt hatten, anamnestisch nach Beschwerden und Krankheiten und Medikamenteneinnahme befragt und einer allgemeinmedizinischen Untersuchung unterzogen: Blutdruckmessung, Pulszählung, Auskultation von Herz und Lunge, Harnzucker-Test.

Zum Abschluß bestand die Gelegenheit, den Fragebogen gemeinsam mit den Probanden durchzusehen, Mißverständnisse zu klären und offen gebliebene Fragen zu besprechen.

e) Vorversuch

Die Durchführbarkeit und Reihenfolge der vorgesehenen Untersuchungsverfahren wurde an 28 männlichen Kontrollpersonen (KP), die sich freiwillig gemeldet hatten, in den Räumen des Instituts für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Mainz durchgetestet. Die Probanden hatten ein Durchschnittsalter von $36,9 \pm 10,9$ Jahren (17-55 Jahre). Von Beruf waren sie:

KP	Beruf	KP	Beruf
1	Konditor	15	Tierpfleger
2	Tischler	16	Dreher
3	Mechaniker	17	Tierpfleger
4	Maschinenschlosser	18	Elektriker
5	Schreiner	19	Schmied
6	Büropraktikant	20	Schüler
7	Müllabfuhrarbeiter	21	Ingenieur
8	Staplerfahrer	22	Student
9	Fluglotse	23	Student
10	Bäcker	24	Biologe
11	Tierpfleger	25	Student
12	Maler	26	Kaufmann
13	Feinmechaniker	27	Student
14	Maurer	28	Student

Die Probanden wurden folgendem Turnus unterzogen:

1. Medizinische Anamnese und körperliche Untersuchung	20'
2. Tonschwellenaudiometrie	10'
3. Vibrationsempfindlichkeitsmessung	10'
4. Messung der Ausgangstemperatur der Finger	5'
5. Kälte-Provokations-Test	5'
6. Fingertemperaturmessung und Thermographie	30'
7. Vibrationsschwellenmessung	10'
	90'

Dieser Turnus unterschied sich von dem der Waldarbeiter vor allem dadurch, daß keine Arbeitsbelastung zwischengeschaltet war und sich deshalb die Wiederholung der Untersuchungen erübrigten. Die Probanden konnten sich während der ersten 20 Minuten an die Raumtemperatur (20–22°C) adaptieren. Sie waren gebeten worden, am Tag der Untersuchung bis zu deren Beendigung nicht zu rauchen.

3. Untersuchungsergebnisse

a) Kälte-Provokations-Test

Ausgangstemperaturen

Die unmittelbar vor Beginn des Kälte-Provokations-Tests (KPT) an jeder Fingerkuppe gemessenen Ausgangstemperaturen (AT) wurden für die jeweils linken und rechten Hände gemittelt. Den Tab. 1 - 3 lassen sich die Mittelwerte ($\bar{x}$) und deren Standardabweichungen (s) für die linken und rechten Hände der Waldarbeiter (WA) vor und nach Motorsägenarbeit (MS) sowie der Kontrollpersonen (KP) des Vorversuchs entnehmen. Die graphischen Darstellungen Abb. 2, 3, 4 veranschaulichen die Verteilung der AT innerhalb der drei ausgewerteten Kollektive und die Streubreiten der Fingertemperaturen jeder einzelnen Hand. Am Ende jeder Tabelle bzw. in der letzten Spalte ($\emptyset$) der Abbildungen ist der Mittelwert ($\bar{x} \pm s$) aller mittleren AT eingetragen.

Es zeigt sich, daß die WA vor MS eine starke Streuung der AT aufweisen, die mit einer Standardabweichung von links $\pm 4,92^\circ\text{C}$ und rechts $\pm 4,77^\circ\text{C}$ erheblich größer ist als nach MS, wo sie links $\pm 1,25^\circ\text{C}$ und rechts $\pm 1,15^\circ\text{C}$ beträgt. Ähnlich verhält es sich mit der Höhe der mittleren AT, die bei den WA vor MS $27,38$ bzw. $27,83^\circ\text{C}$ und nach MS $32,66$ bzw. $32,71^\circ\text{C}$ beträgt.

Die entsprechenden Werte des Vorversuchs liegen mit Streubreiten von $\pm 2,08$ bzw. $\pm 2,15^\circ\text{C}$ und der Höhe der mittleren AT von $31,12$ bzw. $31,04^\circ\text{C}$ zwischen denen der WA vor und nach MS.

WA

	l i n k s		r e c h t s	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
01	20,50	0,385	20,14	0,635
02	21,02	0,823	22,54	0,445
03	21,42	1,329	19,98	0,522
04	32,32	0,377	32,32	0,228
05	31,44	0,385	31,16	0,371
06	23,64	2,201	22,72	1,040
07	22,96	4,713	31,90	0,930
08	20,92	1,446	22,78	1,429
09	33,38	0,383	33,10	0,316
10	29,94	0,532	29,48	0,438
11	31,90	0,354	32,12	0,259
12	29,04	0,313	29,34	0,581
13	30,26	0,404	30,06	0,378
14	30,90	0,552	30,46	0,750
15	33,06	0,297	33,02	0,383
16	31,34	0,404	31,56	0,416
17	28,48	1,130	30,48	0,449
18	31,74	0,195	31,20	0,187
19	26,86	0,757	26,76	1,159
20	26,94	1,610	27,26	0,288
21	31,92	0,349	32,06	0,167
22	23,84	0,522	22,80	0,255
23	17,48	0,249	17,86	0,378
24	31,56	0,279	31,68	0,466
25	22,04	1,276	27,76	2,035
26	32,60	0,453	32,24	0,089
27	29,10	0,543	26,54	3,433
28	20,12	0,277	19,86	0,654
1-28	27,38 ⁺	4,92 ⁺	27,83 ⁺	4,77 ⁺
+) Mittelwerte $\pm s$ aus Addition aller 28 Mittelwerte ($\bar{x}$)				

Tab. 1 : AUSGANGSTEMPERATUREN (Mittelwerte von 5 Fingern einer Hand $\pm s$) der Waldarbeiter vor Motorsägenarbeit

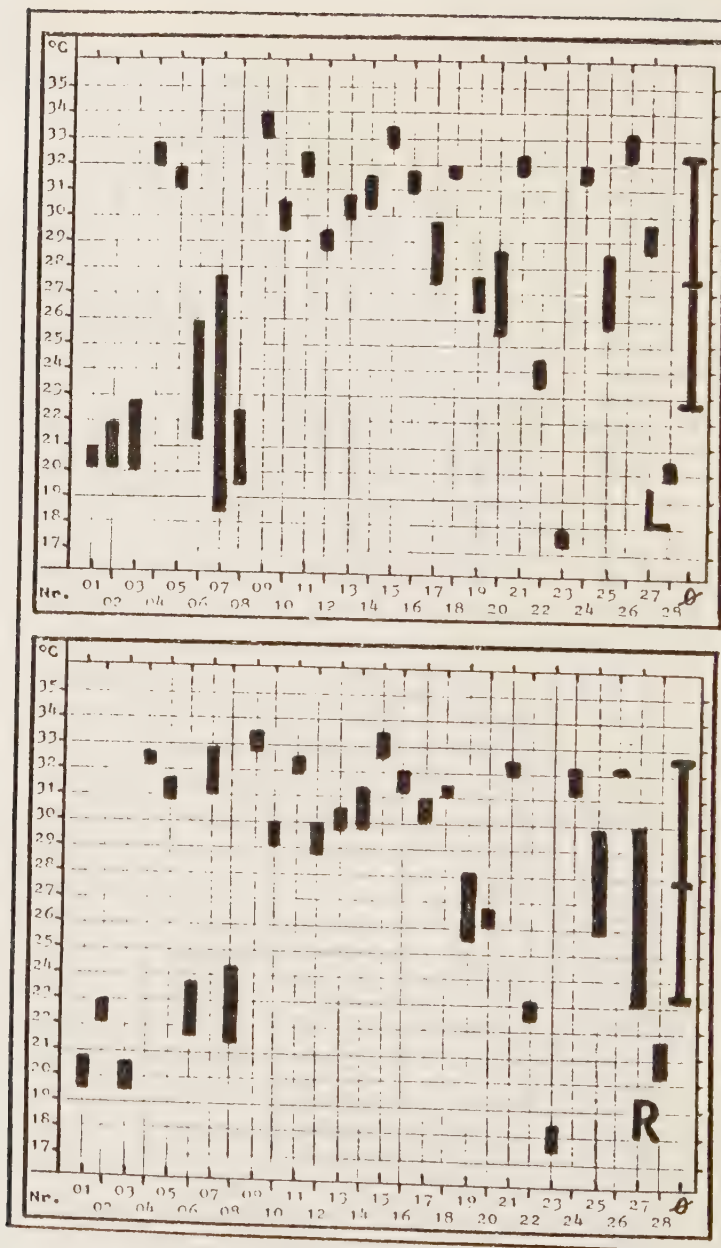


Abb. 2 : Mittlere Ausgangstemperaturen ($\bar{x} \pm s$)
 aller Finger der linken (L) und rechten (R) Hand.
 $\emptyset$ = Mittelwert $\pm$ Standardabweichung aus den mitt-
 leren Ausgangstemperaturen.

Waldarbeiter vor Motorsägen-Arbeit

	l i n k s		r e c h t s	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
01	32,40	0,200	32,54	0,207
02	31,38	0,766	32,44	0,513
03	28,12	0,926	28,74	1,258
04	32,68	0,466	32,86	0,288
05	33,22	0,192	32,68	0,228
06	31,42	0,110	31,48	0,239
07	33,64	0,390	33,58	0,295
08	33,00	0,274	33,46	0,207
09	34,14	0,344	34,12	0,130
10	32,62	0,396	32,36	0,279
11	33,52	0,192	33,60	0,100
12	32,70	0,187	32,64	0,182
13	34,76	0,251	34,78	0,045
14	33,44	0,451	33,30	0,381
15	33,86	0,550	33,90	0,158
16	33,16	0,288	33,18	0,217
17	32,90	0,187	32,66	0,167
18	32,90	0,122	32,78	0,295
19	32,90	0,308	32,88	0,259
20	31,40	0,374	31,54	0,114
21	33,94	0,207	33,98	0,084
22	33,16	0,152	33,12	0,130
23	31,96	0,351	31,90	0,255
24	32,92	0,669	33,14	0,404
25	32,20	0,442	32,14	0,114
26	32,64	0,321	32,56	0,152
27	31,02	0,259	30,84	0,313
28	32,56	0,356	32,60	0,122
1-28	32,66 ⁺	1,25 ⁺	32,71 ⁺	1,15 ⁺
+) Mittelwerte $\pm s$ aus Addition aller 28 Mittelwerte ($\bar{x}$)				

Tab. 2 : AUSGANGSTEMPERATUREN (Mittelwerte von 5 Fingern einer Hand $\pm s$) der W a l d a r b e i t e r n a c h Motorsägenarbeit



Abb. 3 : Mittlere Ausgangstemperaturen ($\bar{x} \pm s$)
 aller Finger der linken (L) und rechten (R) Hand.
 $\bar{x}$ = Mittelwert $\pm$ Standardabweichung aus den mitt-
 leren Ausgangstemperaturen.

Waldarbeiter nach Motorsägen-Arbeit

	l i n k s		r e c h t s	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
01	31,82	0,259	31,28	0,409
02	29,82	0,084	28,66	0,709
03	32,54	0,662	33,22	0,526
04	30,82	0,545	31,48	0,522
05	33,26	0,089	33,42	0,295
06	29,48	0,311	32,30	0,822
07	32,38	0,148	27,50	0,292
08	25,56	0,757	25,18	0,432
09	31,98	0,130	31,74	0,477
10	30,88	0,228	28,56	1,266
11	32,92	0,303	33,08	0,356
12	32,76	0,559	32,44	0,207
13	32,38	0,228	32,90	0,308
14	32,64	0,152	32,46	0,182
15	26,92	2,091	27,38	1,846
16	30,18	0,801	30,74	0,230
17	33,04	0,270	32,94	0,230
18	26,36	1,682	28,16	1,099
19	32,18	0,130	32,30	0,380
20	31,44	0,321	31,66	0,416
21	30,40	0,187	29,90	0,682
22	33,88	0,110	33,74	0,055
23	32,06	0,207	31,42	0,228
24	30,66	0,422	31,46	0,472
25	31,04	0,297	31,06	0,662
26	29,24	0,182	29,52	0,192
27	32,68	0,164	32,12	0,148
28	32,10	0,122	32,38	0,476
1-28	31,12 ⁺	2,08 ⁺	31,04 ⁺	2,15 ⁺
+) Mittelwerte $\pm s$ aus Addition aller 28 Mittelwerte ($\bar{x}$)				

Tab. 3 : AUSGANGSTEMPERATUREN (Mittelwerte von 5 Fingern einer Hand $\pm s$) der Kontrollpersonen des Vorversuchs

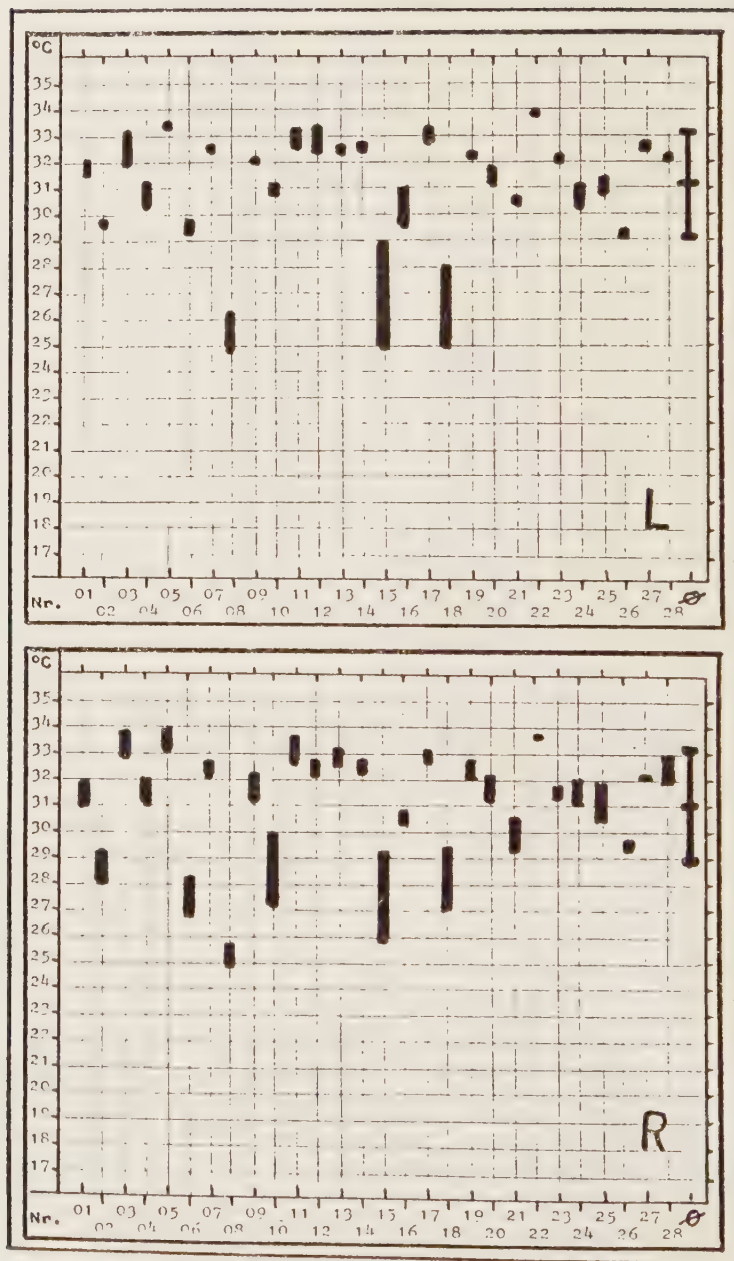


Abb. 4 : Mittlere Ausgangstemperaturen ($\bar{x} \pm s$)
 aller Finger der linken (L) und rechten (R) Hand.
 $\emptyset =$ Mittelwert $\pm$ Standardabweichung aus den mitt-
 leren Ausgangstemperaturen.

Nicht-Waldarbeiter (Vorversuch)

Die KP des Vorversuchs lassen sich mit den WA nicht vergleichen, da die Ausgangssituationen differierten:

Während die KP vor Messung der AT sich mindestens 40 min bei einer Raumtemperatur von 20–22°C aufhalten hatten, wurden die AT der WA beim ersten Testdurchgang nach höchstens 20 minütigem Aufenthalt im beheizten Untersuchungswagen (20–22°C) ermittelt. Einer normierten körperlichen Belastung von 1 Stunde Motorsägenarbeit wurden nur die WA unterzogen.

Als Basis für die Beurteilung der Wiedererwärmung nach KPT zur Unterscheidung des normalen vom pathologischen Verhalten der Finger eignen sich zweifellos wegen ihrer wesentlich größeren Einheitlichkeit und geringeren Streubreite die nach MS gemessenen AT besser als die AT vor MS.

Für alle weiteren Berechnungen der Wiedererwärmung der Finger nach dem Kälte-Provokations-Test werden deshalb bei den Waldarbeitern die Ausgangstemperaturen nach Motorsägenarbeit zugrunde gelegt!

Unterscheidung zwischen normaler und pathologischer Wiedererwärmung der Finger

Davon ausgehend, daß es sich beim Vasospastischen Syndrom um eine Durchblutungsstörung handelt, durch die die Wiedererwärmung des betroffenen Fingers verzögert wird, läßt sich an der Dauer der Wiedererwärmung nach einem Kälte-Provokations-Test ablesen, ob ein Finger wesentlich von der Norm abweicht und deshalb als pathologisch zu betrachten ist. Für die Entscheidung zwischen "normal" und "pathologisch" bedarf es jedoch eines objektiven Berechnungsverfahrens, das nachfolgend vorgestellt und begründet werden soll.

Bei den Wiedererwärmungskurven, die nach den kontinuierlich vorgenommenen Messungen der Fingertemperaturen gezeichnet wurden - als Beispiel dienen die Kurven der linken Hände der WA**4,27,1,3** nach Motorsägenarbeit (Abb. **5-8**) - lassen sich deutlich zwei Kurvenverläufe unterscheiden:

- steil ansteigende Kurven, die sich nach 10 - 15 min abflachen, nachdem sie eine Temperatur von 30°C überschritten haben
- langsam und gleichmäßig ansteigende Kurven, die auch nach 25 min noch keine Abflachung erkennen lassen und innerhalb der Beobachtungszeit unter 30°C bleiben.

Diese beiden Kurvenverlaufstypen einer schnellen und einer langsamen Wiedererwärmung lassen sich offensichtlich 15 min nach Beendigung des Kälte-Provokations-Tests am markantesten unterscheiden.

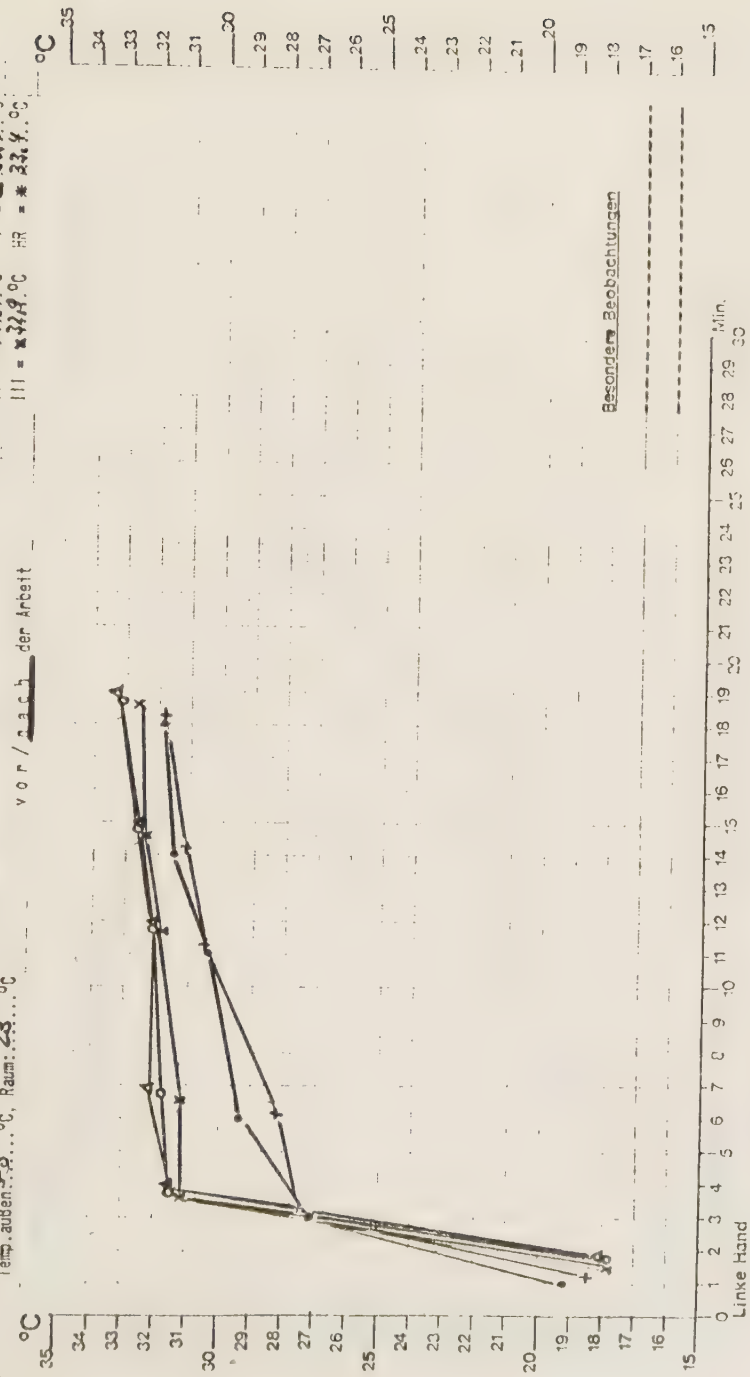
Name: W.H. Nr. 4 Kälte-Provokations test Referenz-Temp. (Sternum) 33.9 °C

Datum: 27.11.79 Uhrzeit: 9.20 Beginn der Temperaturmessung an den Finger- Ausganges-Temperatur: 34.9 °C

Temp. außen 3.3 °C, Raum: 23 °C Kuppen unmittelbar nach Kaltwasser-Exposition IV = 0.33.0 °C

Temp. außen 3.3 °C, Raum: 23 °C der Hände bei 10°C / 5 min. V = 0.32.0 °C

vor / nach der Arbeit III = 33.9 °C HR = 33.9 °C



Besondere Beobachtungen

ABB. 5 : WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER DER LINKEN HAND (NÄLDARBEITER NR. 4)

Name: A.H. Nr. 27
 Datum: 14.12.79 Uhrzeit: 12.39
 Temp. außen: +8 °C, Raum: 19 °C

Kälte-Provokationstest
 Beginn der Temperaturmessung an den Finger-
 kuppen unmittelbar nach Kaltwasser-Exposition
 der Hände bei 10°C / 5 min.

vor / nach der Arbeit

Referenz-Temp. (Sternum) 34.2 °C
 Ausgangs-Temperaturen:
 I = 30.6 °C IV = 31.3 °C
 II = 31.1 °C V = 31.0 °C
 III = 31.1 °C VI = 30.4 °C

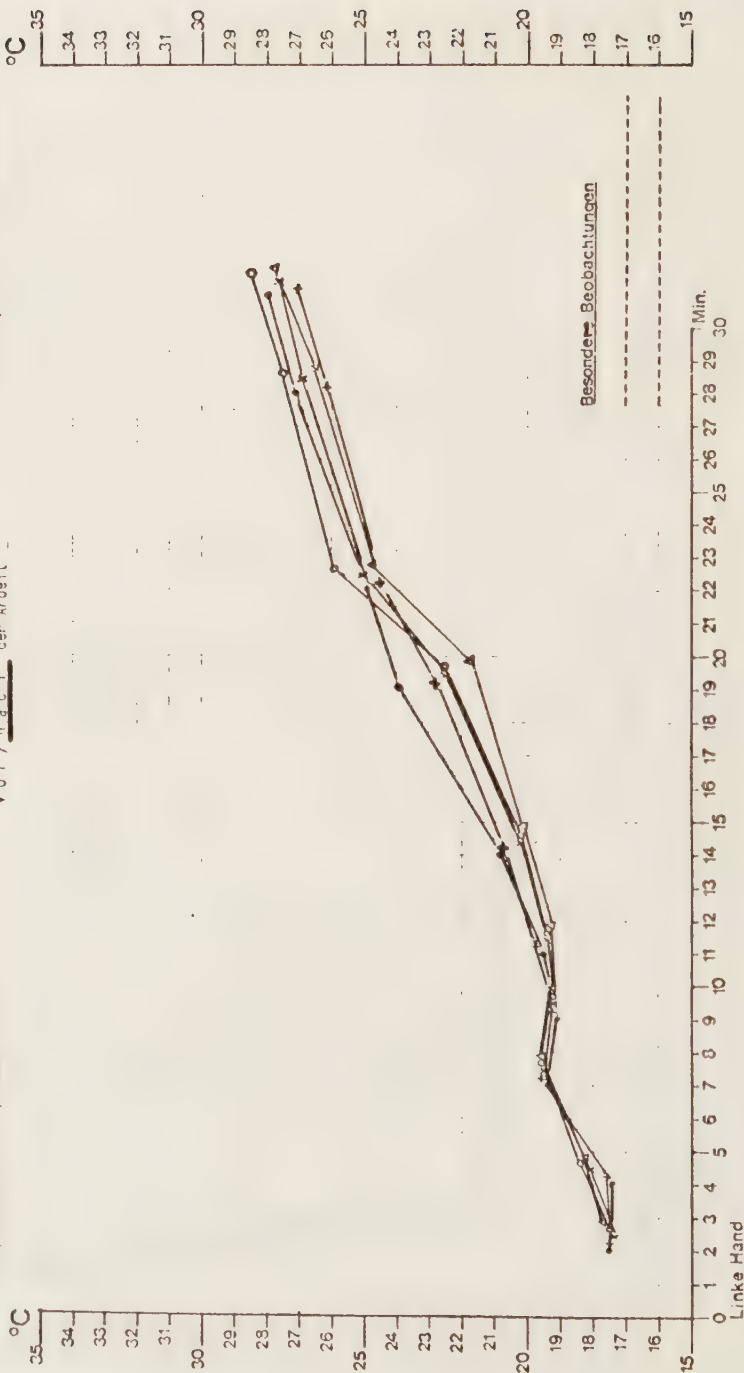


Abb. 6 : WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER DER LINKEN HAND (WALDARBEITER Nr. 27)

Name: W. W. Nr. 1

Datum: 26.11.29 Uhrzeit: 10.20

Temp. außen: 3 °C, Raum: 23 °C

Kälte-Provokationstest

Beginn der Temperaturmessung an den Finger-
kuppen unmittelbar nach Kaltwasser-Exposition
der Hände bei 10°C / 5 min.

vor / nach der Arbeit

Referenz-Temp. (Stamm) 33.6 °C

Ausgangs-Temperatur:

I = 32.3 °C IV = 32.5 °C

II = 32.5 °C V = 32.1 °C

III = 32.6 °C VI = 32.5 °C

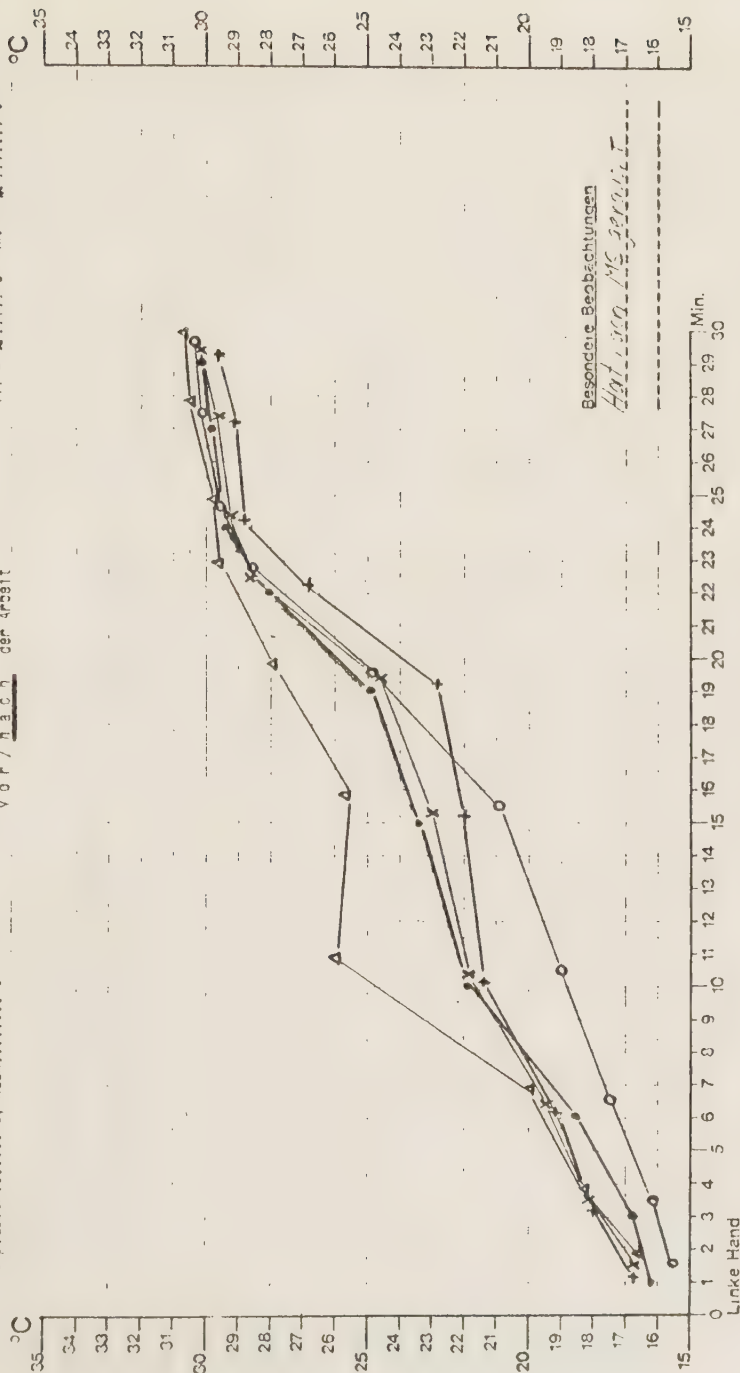


Abb. 7 : WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER DER LINKEN HAND (WALDARBEITER NR. 1)

Name: T. S. Nr. 3 Kälte-Provokationstest
 Beginn der Temperaturmessung an den Finger-
 kuppen unmittelbar nach Kaltwasser-Exposition
 der Hände bei 10°C / 5 min.
 Temp. außen: +8 °C, Raum: 23 °C
 vor / nach der Arbeit
 Referenz-Temp. (Sternum): 33.2 °C
 Ausgangs-Temperaturen:
 I = 24.6 °C IV = 22.4 °C
 II = 23.8 °C V = 28.0 °C
 III = 28.3 °C HR = 29.1 °C

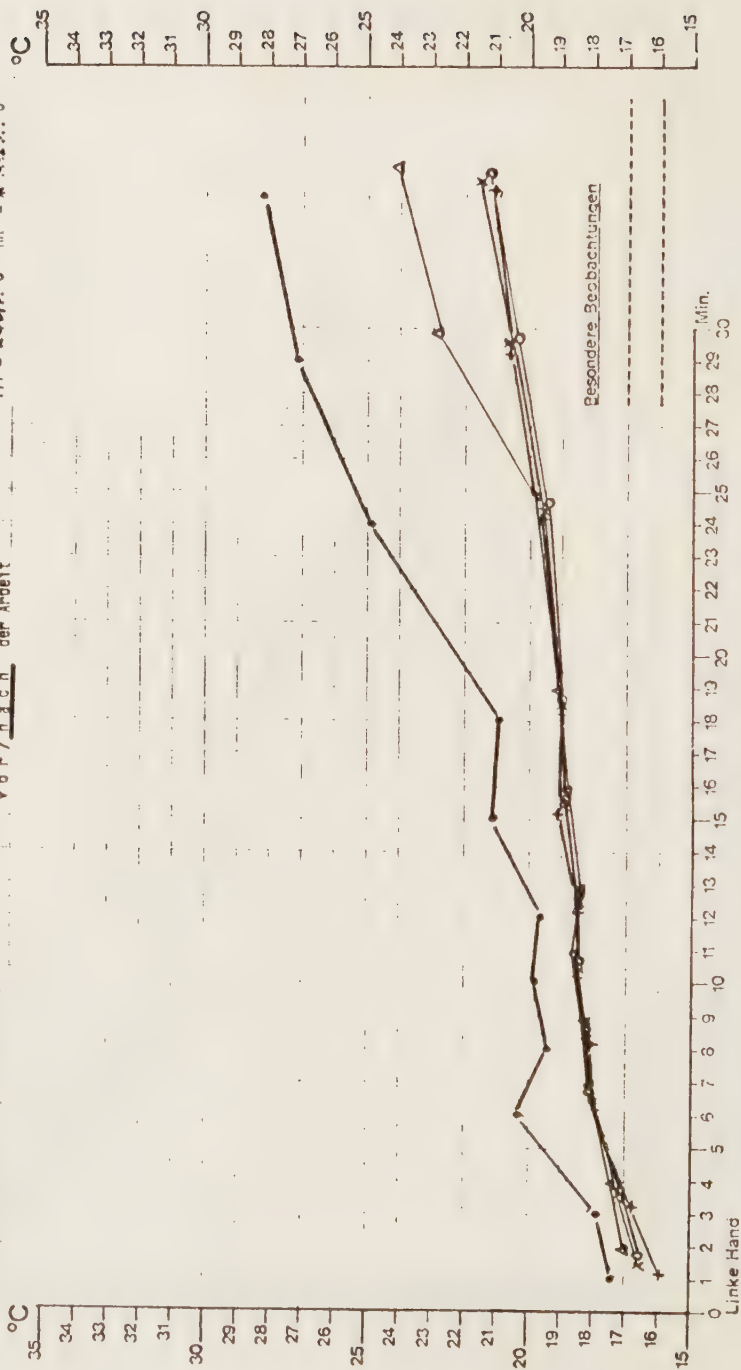


ABB. 8: WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER DER LINKEN HAND (WALDARBEITER NR. 3)

Um demonstrieren zu können, daß sich nahezu alle Wiedererwärmungskurven auf diese Weise voneinander trennen lassen, wurden die Temperaturen aller Finger der linken und rechten Hände in je zwei Gruppen aufgeteilt. Die Abb. 9 zeigt die Mittelwerte mit deren Standardabweichungen in °C:

- x——— aller Finger, die 15 min nach KPT eine Temperatur von mindestens 30°C (entsprechend mindestens 90 % der jeweiligen Ausgangstemperatur) erreicht hatten (n links = 90; n rechts = 97)
- o----- der übrigen Finger, die 15 min nach KPT unter 30°C geblieben waren (n links = 50; n rechts = 43).

Den Kurvenverläufen der linken und rechten Hände ist übereinstimmend zu entnehmen, daß

- die "oberen" Kurven von einer höheren Anfangstemperatur nach KPT ausgehend rasch ansteigen und nach 15 min ihren Kulminationspunkt nahezu erreicht haben
- die "unteren" Kurven von einer niedrigeren Anfangstemperatur aus langsamer ansteigen und ihren Kulminationspunkt innerhalb der Beobachtungszeit von 25 min nicht erreichen
- der Abstand zwischen den "oberen" und "unteren" Kurven unter Einbeziehung ihrer Standardabweichungen 10 und 15 min nach KPT am größten ist
- die Standardabweichungen der "oberen" Kurven nach 15 min übereinstimmend geringer sind als nach 10 min.

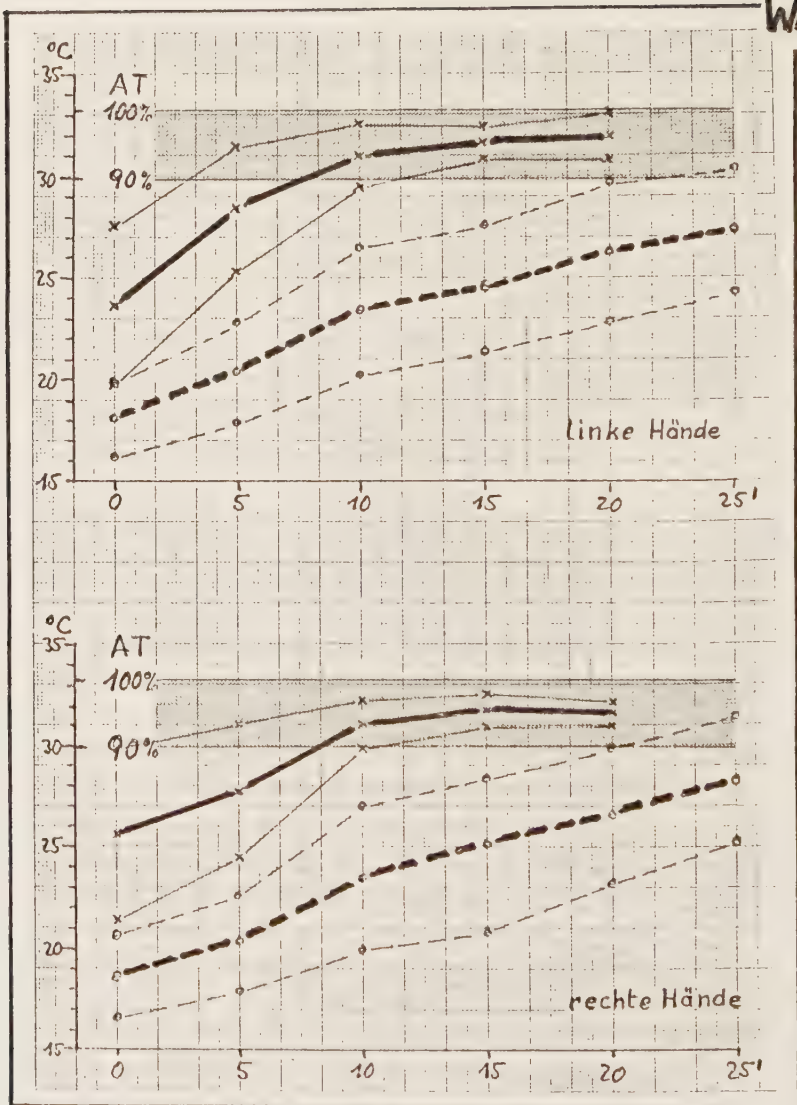


Abb. 9: Mittlere Fingertemperatur ($\bar{x} \pm s$) in Abhängigkeit von der Zeit (min) nach Beendigung des Kälte-Provokations-Tests. Unterteilung in gesunde und kranke Finger (siehe Text). 100 % und 90 % AT beziehen sich auf die mittlere Ausgangstemperatur aller gesunden Finger.

Waldarbeiter nach Motorsägen-Arbeit.

Diese Feststellungen erlauben den Schluß, daß sich der 15 Minuten-Wert am besten dazu eignet, zwischen einer raschen (= normalen) und einer verlangsamten (= pathologischen) Wiedererwärmung zu unterscheiden. Da sich der Begriff "Wiedererwärmung" auf die nach Abkühlung erfolgende Rückkehr der Fingertemperatur zum Ausgangswert vor Abkühlung bezieht, empfiehlt es sich, die Wiedererwärmungstemperatur in ein rechnerisches Verhältnis zur Ausgangstemperatur zu bringen. Hierfür eignet sich die Prozentrechnung als anschauliche und leicht vergleichbare Proportion.

Die Tab. 4 führt die Mittelwerte ($\bar{x} \pm s$) der Fingertemperaturen 15 min nach KPT und der Ausgangstemperaturen sowie das prozentuale Verhältnis dieser beiden Temperaturen für alle in Abb. 9 dargestellten Temperaturkurven auf. Hierbei zeigt sich, daß

- die beiden "oberen" 15 Minuten-Werte 95,5 % (links) und 95,4 % (rechts) der zugehörigen Ausgangstemperaturen erreichen
- die beiden "unteren" Kurven erheblich weniger, nämlich nur 77,2 bzw. 79,3 % ausmachen.

Bei einem als normal angenommenen Kurvenverlauf, wie ihn die "obere" Kurve darstellt, erscheint es demnach sinnvoll, 90 % der AT als untere Grenze für den 15 Minuten-Wert anzusetzen. Der Abb. 9 kann entnommen werden, daß die 15 Minuten-Werte der "oberen" Kurven genau in den Bereich zwischen 90 und 100 % hineinpassen.

Für die Beurteilung der Wiedererwärmung eines Fingers als normal oder pathologisch werden deshalb für alle künftigen Betrachtungen und Berechnungen folgende Kriterien zugrunde gelegt:

Die Wiedererwärmung eines Fingers gilt als normal, wenn er innerhalb von 15 min nach Beendigung des Kälte-Provokations-Tests mindestens 90 % seiner Ausgangstemperatur erreicht.

WA

K u r v e n - b e r e i c h	Finger n	T e m p e r a t u r e n i n ° C				%
		$\bar{x}_a$	$\pm s_a$	$\bar{x}_b$	$\pm s_b$	
"oben" links	90	31,74	0,80	33,22	0,65	95,5
rechts	97	31,66	0,79	33,18	0,66	95,4
"unten" links	50	24,44	3,12	31,67	1,41	77,2
rechts	43	25,08	3,32	31,64	1,29	79,3

Tab.4 : Verhältnis der Wiedererwärmungstemperatur 15 min nach Kälte-Provokations-Test (a) zur Ausgangstemperatur vor Kälte-Provokations-Test (b) bei 28 Waldarbeitern nach Motorsägen-Arbeit.

Für alle weiteren Berechnungen und Überlegungen dieses Berichts wird für die Probanden die folgende Einstufung zugrunde gelegt:

Im Sinne des Vasospastischen Syndroms wird ein Proband als "gesund" eingestuft, wenn alle seine Finger sich normal wiedererwärmen, als "krank", wenn auch nur ein Finger einer Hand pathologisch reagiert.

In Grenzfällen (Beispiel WA Nr. 7), in denen nur ein Finger knapp die 90 %-Grenze verfehlt, wird der Proband nach dem Mittelwert aller 10 Finger eingestuft: Überschreitet dieser Mittelwert die 90 %-Grenze, so gilt der Proband als "gesund".

Einstufung der Probanden nach Wiedererwärmung

Aus den kontinuierlich bei allen Waldarbeitern vor und nach Motorsägenarbeit gemessenen und registrierten Fingertemperaturen nach KPT wurden in der Tab. 5 die ermittelten 15 min-Werte nach Motorsägenarbeit zusammengestellt. Wenn die Temperatur sehr rasch anstieg, wurde die Messung bei Temperaturkonstanz, nach 5 min oder 10 min, beendet. Es zählt in diesen Fällen die letzte Messung als 15 min-Wert. In der Tabelle finden sich die Ausgangstemperaturen (AT), die Temperaturen 15 min nach KPT (15') sowie die hieraus errechneten Wiedererwärmungsgrade in %.

Nach diesen Ergebnissen erfolgten die Einstufungen als Grundlage für alle weiteren Berechnungen und Vergleiche:

Aufgrund des Wiedererwärmungsgrades der Finger nach Motorsägenarbeit sind in Bezug auf das Vasospastische Syndrom

g e s u n d :

Waldarbeiter Nr. 2,4,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,
18,19,21,24,25 und 26 = 19 (67,9 %)

k r a n k :

Waldarbeiter Nr. 1,3,6,8,20,22,23,27,28 = 9 (32,1 %)

Bei näherer Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der normal und pathologisch reagierenden Finger der W a l d- a r b e i t e r ergibt sich, daß an der linken Hand die Finger III, IV und V häufiger zu den pathologischen zählen als II oder I. An der rechten Hand allerdings stellt sich die Verteilung fast umgekehrt: am häufigsten pathologisch reagierten Finger I, dann II und III und schließlich IV und V (siehe Tab. 6 und Abb. 10). Wegen der nur geringen Unterschiede zwischen einem Minimum von 6 Fingern (= 21,4 %) und einem Maximum von 9 Fingern (= 32,1 %), die in Bezug auf ihre Wiedererwärmung als pathologisch beurteilt wurden, läßt sich aus diesen Berechnungen keine schlüssige Aussage ableiten.

Bei den Kontrollpersonen ergeben sich für die Beurteilung der Wiedererwärmung grundsätzlich andere Voraussetzungen als für die Waldarbeiter nach Motorsägenarbeit, da sie keiner vorangegangenen Kreislaufbelastung ausgesetzt waren (siehe S. 70 sowie Tab. 3 und Abb. 4). Ein Vergleich der "kranken" Kontrollpersonen mit den "kranken" Waldarbeitern und entsprechend der "gesunden" ist deshalb nicht zulässig. Für die Betrachtung von Unterschieden innerhalb der Gruppe der Kontrollpersonen jedoch kann eine solche Einteilung nützlich sein. Hierfür wurden die Kontrollpersonen nach denselben Kriterien wie die Waldarbeiter bewertet, wobei 18 (64,3 %) als "krank" und 10 (35,7 %) als "gesund" einzustufen waren.

WA

FINGER	N	NORMAL	N	PATHOLOG.	N	NORMAL	N	PATHOLOG.
I	22	94,9 ± 2,7	6	72,8 ± 3,7	19	95,4 ± 2,0	9	81,9 ± 8,0
II	20	95,1 ± 1,9	8	73,9 ± 6,8	20	94,9 ± 2,5	8	74,6 ± 8,8
III	19	95,3 ± 2,4	9	75,0 ± 9,1	20	95,1 ± 2,5	8	74,6 ± 11,1
IV	19	95,7 ± 2,5	9	73,6 ± 9,7	21	95,7 ± 2,3	7	77,3 ± 8,2
V	19	95,7 ± 2,6	9	75,4 ± 9,8	21	95,9 ± 2,1	7	78,3 ± 10,3
	L I N K S				R E C H T S			

TAB. 6 : ANZAHL DER FINGER (N) UND MITTELWERTE ($\bar{x} \pm s$) DER WIEDERERWÄRMUNG (IN % DER AUSGANGSTEMPERATUR, 15 MIN NACH BEENDIGUNG DES KÄLTE-PROVOKATIONS-TESTS) ALLER "NORMALEN" UND "PATHOLOGISCHEN" FINGER.

TAB. 6 : ANZAHL DER FINGER (N) UND MITTELWERTE ($\bar{x} \pm s$) DER WIEDERERWÄRMUNG (IN % DER AUSGANGSTEMPERATUR, 15 MIN NACH BEENDIGUNG DES KÄLTE-PROVOKATIONS-TESTS) ALLER "NORMALEN" UND "PATHOLOGISCHEN" FINGER.

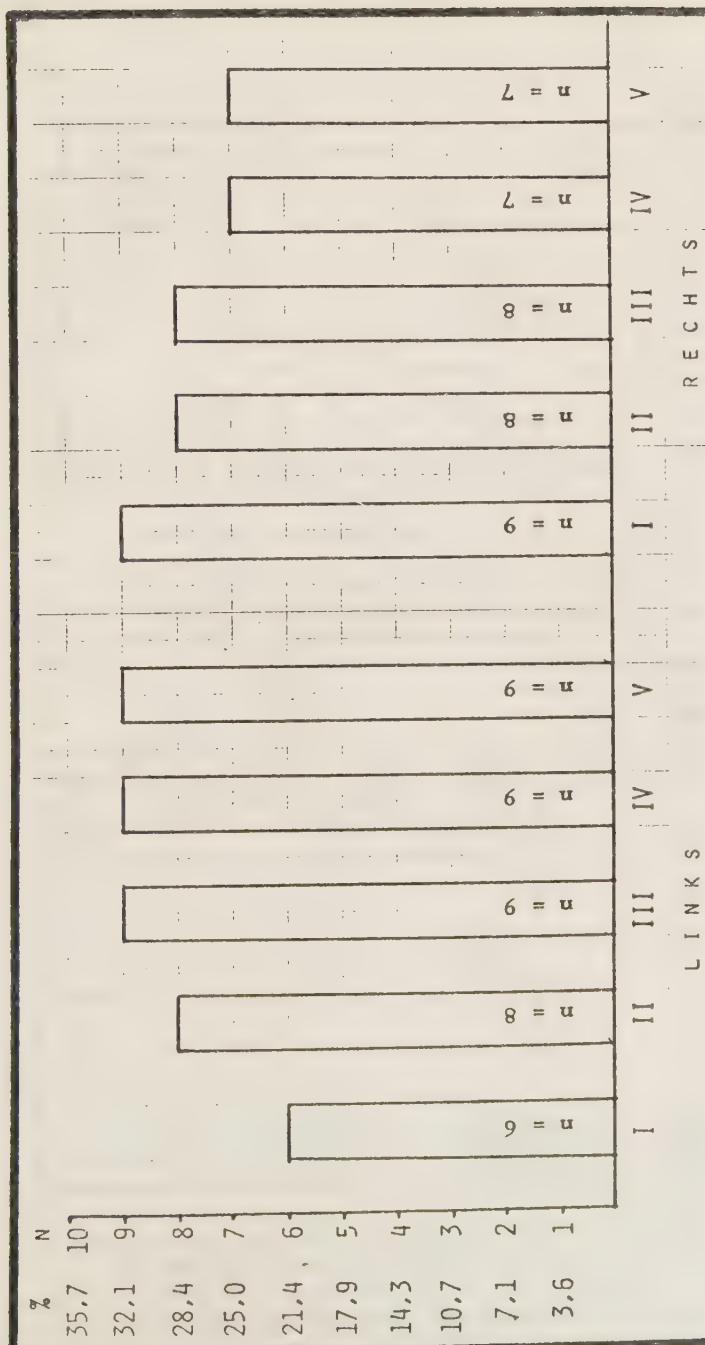


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der "pathologisch" wiedererwärmten Finger bei 28 Waldarbeitern.

b) Thermographie

Im Zusammenhang mit der Messung der Fingertemperatur wurden insgesamt über 100 photographisch dokumentierte thermographische Kontrollen beider Hände nach der im Abschnitt "Untersuchungsmethodik" beschriebenen Verfahren durchgeführt. Durch Vergleich der gemessenen Temperatur mit der auf der Flüssigkristall-Thermographie-Platte erzeugten Farbe ließ sich eine angenäherte Zuordnung von Temperaturen zu Farben bestimmen.

So entsprachen	dunkelblau	$\approx$	$> 30^{\circ}\text{C}$
	mittelblau	$\approx$	$28 - 29^{\circ}\text{C}$
	hellblaugrün	$\approx$	$26 - 27^{\circ}\text{C}$
	blaßrosa	$\approx$	$\leq 25^{\circ}\text{C}$.

Die Abb.11 - 15 demonstrieren einige repräsentative Beispiele. Die Temperaturkurven sind nach den Ergebnissen der Fingertemperaturmessung gezeichnet, die Temperaturmarkierungen der Hände wurden den Farbdiaspositiven entsprechend angebracht.

Es zeigt sich, daß die Farbabstufungen der Thermographie mit bemerkenswerter Zuverlässigkeit den gemessenen Temperaturen entsprechen. Wenn auch eine exakte Temperaturbestimmung mit Hilfe der Flüssigkristall-Thermographie nicht möglich ist, so sind doch Farbunterschiede und damit Temperaturdifferenzen von $1 - 2^{\circ}\text{C}$ sehr deutlich auszumachen.

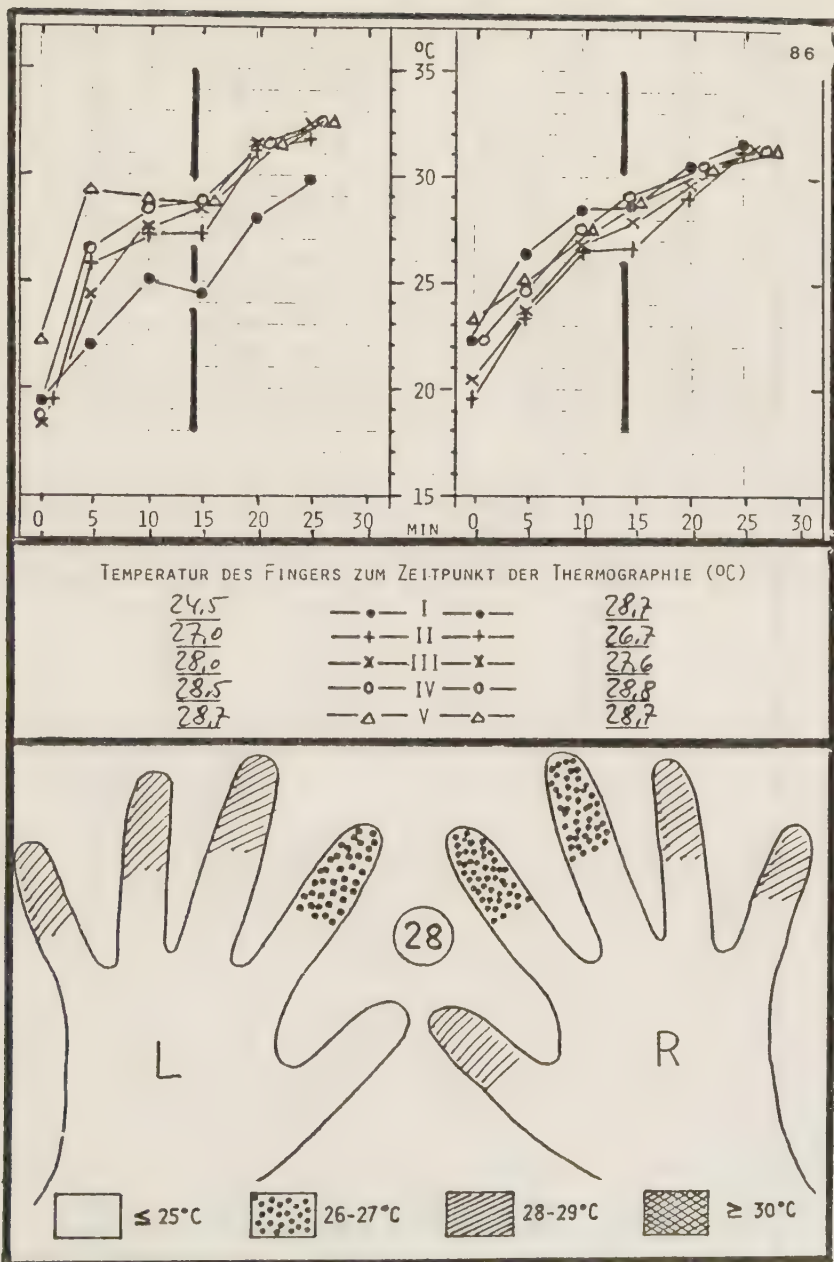


ABB.11: VERGLEICH DER FINGERTEMPERATURKURVEN MIT DER THERMOGRAPHIE. DER ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE IST AUF DEN TEMPERATURKURVEN DURCH EINEN SENKRECHTEN STRICH GEKENNZEICHNET. DIE TEMPERATURMARKIERUNG DER FINGER ENTSPRICHT DEN FARB-ABSTUFUNGEN DER THERMOGRAPHIE.

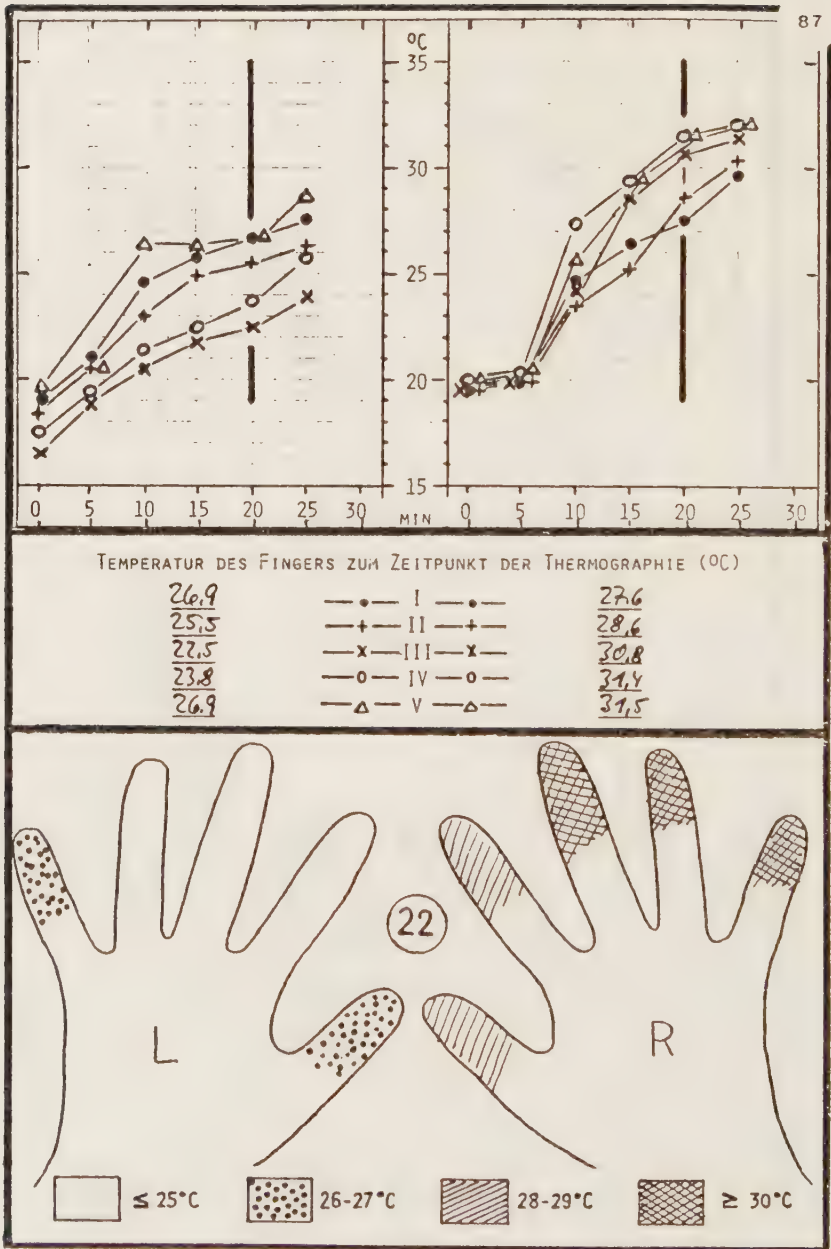
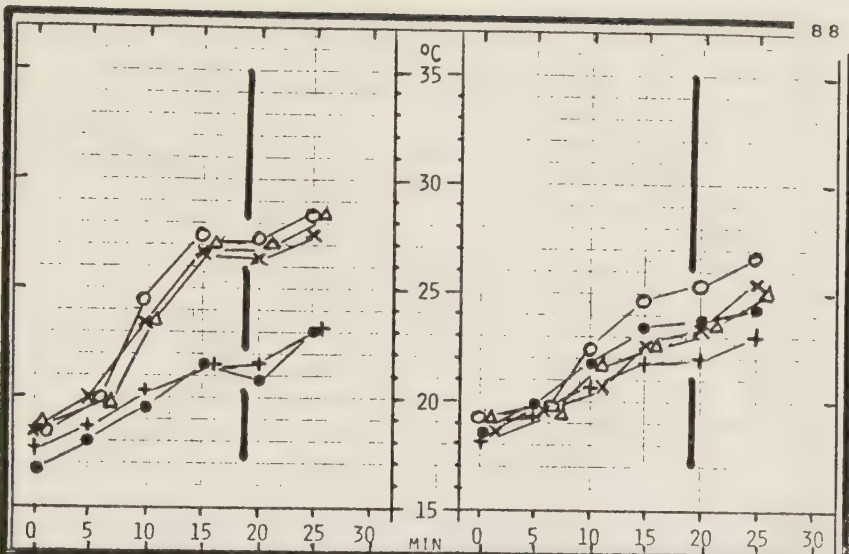


ABB.12: VERGLEICH DER FINGERTEMPERATURKURVEN MIT DER THERMOGRAPHIE. DER ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE IST AUF DEN TEMPERATURKURVEN DURCH EINEN SENKRECHTEN STRICH GEKENNZEICHNET. DIE TEMPERATURMARKIERUNG DER FINGER ENTSPRICHT DEN FARB-ABSTUFUNGEN DER THERMOGRAPHIE.



TEMPERATUR DES FINGERS ZUM ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE (°C)

21.2

21.7

26.7

27.6

27.8

—●— I —●—
—+— II —+—
—x— III —x—
—o— IV —o—
—△— V —△—

23.9

22.0

23.4

25.2

23.4

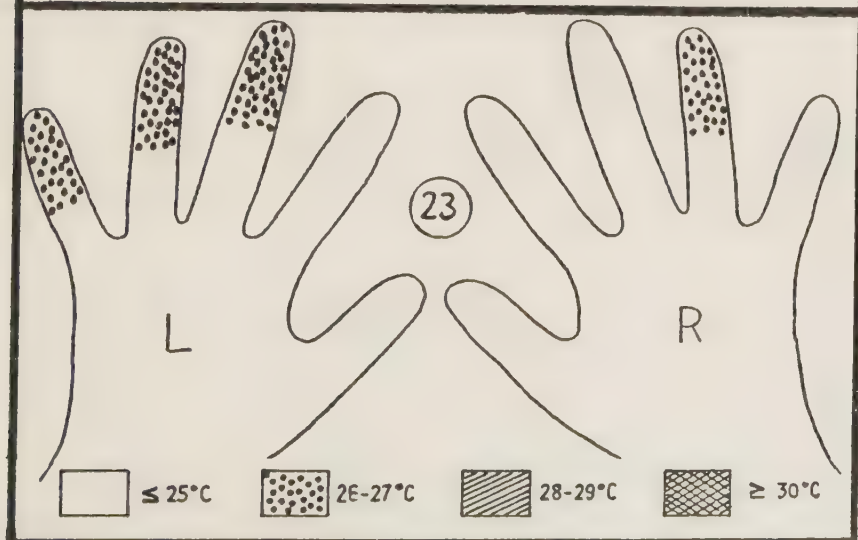
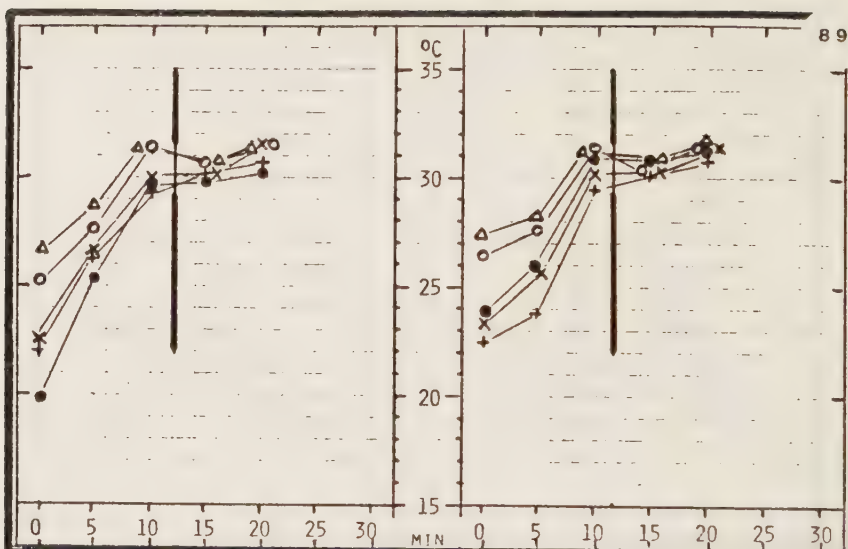


ABB.13: VERGLEICH DER FINGERTEMPERATURKURVEN MIT DER THERMOGRAPHIE. DER ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE IST AUF DEN TEMPERATURKURVEN DURCH EINEN SENKRECHTEN STRICH GEKENNZEICHNET, DIE TEMPERATURMARKIERUNG DER FINGER ENTSPRICH T DEN FARB-ABSTUFUNGEN DER THERMOGRAPHIE.



TEMPERATUR DES FINGERS ZUM ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE (°C)

29.7

30.0

30.0

31.2

31.1

—●— I —●—
—+— II —+—
—x— III —x—
—○— IV —○—
—△— V —△—

31.5

31.2

31.2

31.8

31.8

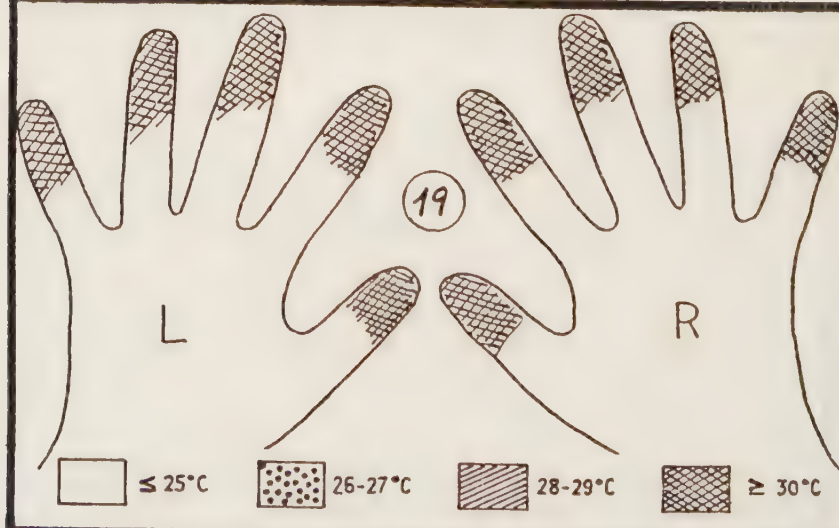
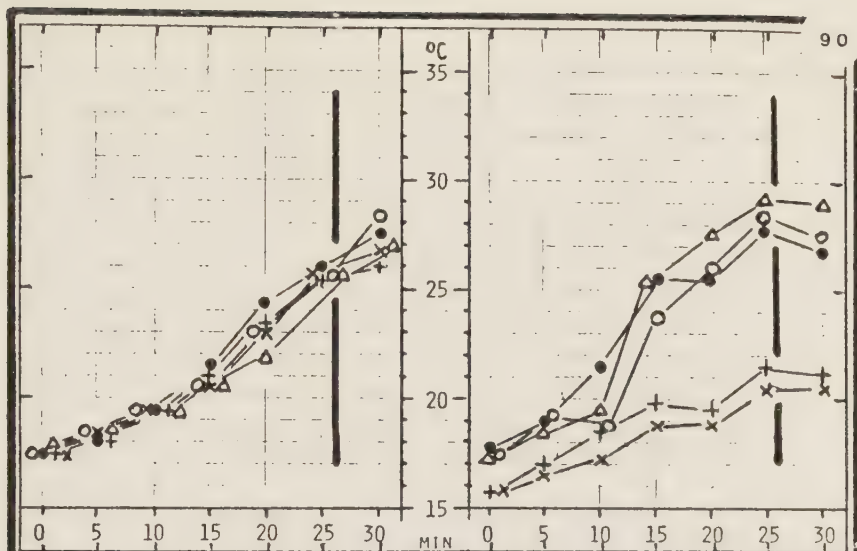


ABB.14: VERGLEICH DER FINGERTEMPERATURKURVEN MIT DER THERMOGRAPHIE. DER ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE IST AUF DEN TEMPERATURKURVEN DURCH EINEN SENKRECHTEN STRICH GEKENNZEICHNET. DIE TEMPERATURMARKIERUNG DER FINGER ENTSPRICHT DEN FARB-ABSTUFUNGEN DER THERMOGRAPHIE.



TEMPERATUR DES FINGERS ZUM ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE (°C)

26,2

25,6

26,1

26,8

25,7

—●— I —●—

—+— II —+—

—x— III —x—

—o— IV —o—

—△— V —△—

27,3

27,4

20,5

28,2

29,2

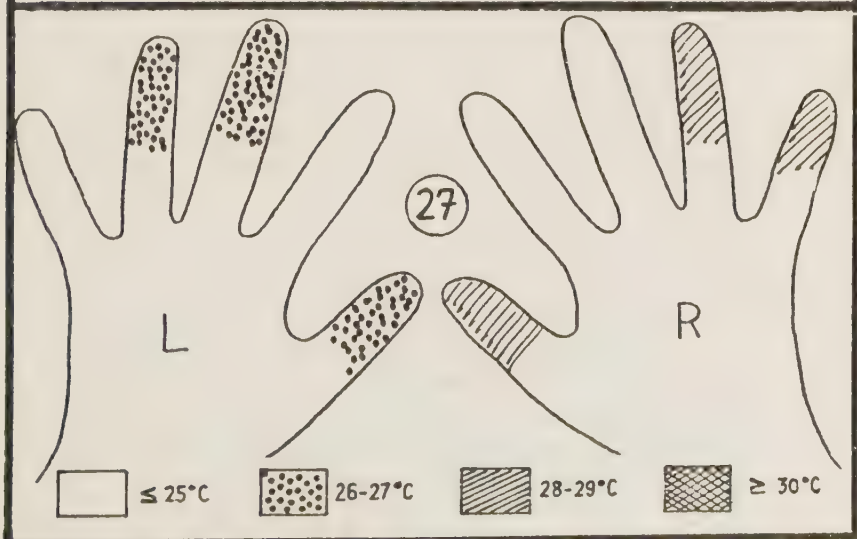


Abb.15: VERGLEICH DER FINGERTEMPERATURKURVEN MIT DER THERMOGRAPHIE. DER ZEITPUNKT DER THERMOGRAPHIE IST AUF DEN TEMPERATURKURVEN DURCH EINEN SENKRECHTEN STRICH GEKENNZEICHNET. DIE TEMPERATURMARKIERUNG DER FINGER ENTSPRICH DEN FARB-ABSTUFUNGEN DER THERMOGRAPHIE.

c) Berufsspezifische Anamnese

Die mit Hilfe des in der Anlage beigelegten Fragebogens erhobenen berufsspezifischen Befunde sind zur Auswertung untergliedert worden in eine

Waldarbeiter-Anamnese, die sich mit der Arbeit und der Einstellung des Waldarbeiters zu den Arbeitsbedingungen befaßt, und eine VVS-Anamnese, die jene Angaben zusammenfaßt, die mit der Symptomatik des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms in Zusammenhang stehen.

Eine ausführliche Zusammenstellung der Waldarbeiter-Anamnese mit den Angaben über jeden einzelnen Probanden bringt die Tab. 7, deren hervortretende Ergebnisse gruppenweise ("Gesunde", "Kranke" und Gesamtgruppe) in Tab. 8 und Abb. 16 zusammengefaßt sind.

Die Einteilung in "gesund" und "krank" bezieht sich hier und bei allen weiteren Berechnungen und Vergleichen auf die Wiedererwärmung der Finger nach den auf S. 80 aufgestellten Kriterien!

Die Gruppen der "Gesunden" (Gs) und "Kranken" (Kr) erweisen sich in Bezug auf ihre Motorsägenbelastung als eindeutig vergleichbar:

Gs und Kr arbeiten seit durchschnittlich 11 Jahren mit der Motorsäge, und zwar (68 % von Gs und 67 % von Kr) 700 Stunden und länger pro Jahr. Sie haben (47 % von Gs und 44 % von Kr) dabei mindestens 3 Jahre Motorsägen ohne Antivibrations-Griffe bedient.

Sie unterscheiden sich jedoch darin, daß 42 % der Gs und nur 22 % der Kr mindestens 3 Jahre lang auch noch mit anderen Vibrationswerkzeugen gearbeitet haben.

۱۵

WA

WA

WALDARBEITER-ANAMNESE	Maß n =	Waldarbeit.		
		Gs	Kr	Sa
		19	9	28
Motorsägenarbeit seit	J.	11	11	11
MS-Arbeit 700 Std./J.u.mehr	%	68	67	68
MS-Arbeit ohne AV-Griffe ≥ 3 J.	%	47	44	46
Andere Vibrat.geräte ≥ 3 J.	%	42	22	36
Vibrat. beim Sägen unangenehm	%	74	67	71
MS-Gewicht als störend empf.	%	37	44	39
Körperhaltung b. Sägen störend.	%	32	44	36
Nässe als störend empfunden	%	79	56	71
MS-Abgase als störend empf.	%	53	89	64
Arbeit als Streß empfunden	%	79	56	71
% = Häufigkeit auf die jeweilige Gruppe bezog.				

TAB.8 : HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER WALDARBEITER-ANAMNESE, Gs = GESUNDE; KR = KRANKE (IM SINNE EINER NORMALEN ODER PATHOLOGISCHEN WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER); SA = GESAMTGRUPPE,

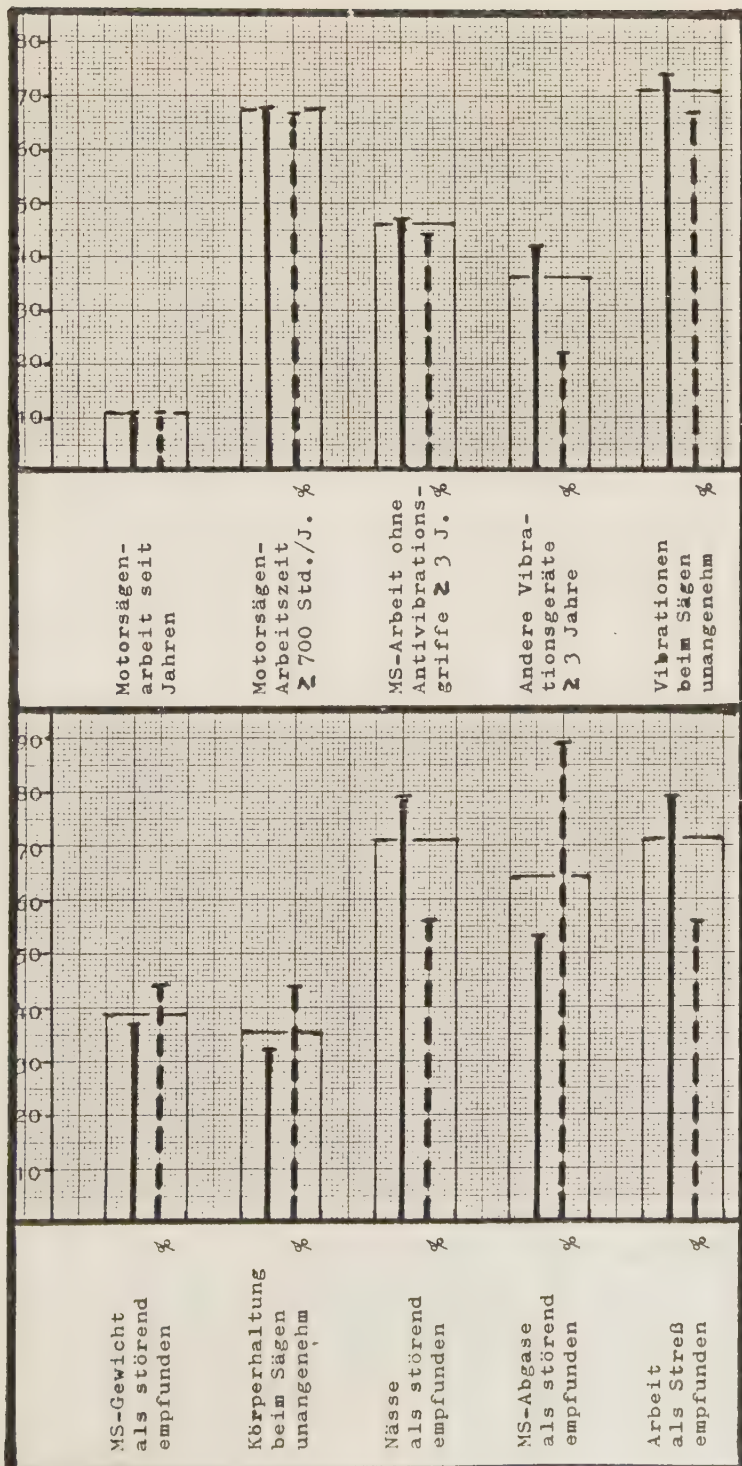


ABB.16 : HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER WALDARBEITER-ANAMNESE. GESAMTGRUPPE (N = 28); K R A N K E (N = 9).

Die stark differierenden Relationen verhalten sich wie folgt:

Waldarbeiter
Gesunde : Kranke

die Körperhaltung beim Sägen empfinden als störend	32 % : 44 %
Nässe empfinden als unangenehm	79 % : 56 %
die Motorsägenabgase werden als störend empfunden von	53 % : 89 %
die Arbeit als Streß empfinden	79 % : 56 %.

Dagegen zeigen sich keine wesentlichen Unterschiede in der Beurteilung der Vibration beim Sägen und des Gewichts der Motorsäge.

Diese Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Die in Bezug auf ihre Motorsägen-Arbeitszeit und -Arbeitsbelastung vergleichbaren Gruppen der "gesunden" und "kranken" Waldarbeiter unterscheiden sich dadurch, daß von den "kranken" häufiger über unangenehme Körperhaltung beim Motorsägen und störende Motorsägen-Abgase geklagt wird, seltener dagegen Nässe als störend und Arbeit als Streß empfunden wird.

Die Befunde der VVS-Anamnese finden sich ausführlich in Tab.9 . Die hervortretenden Ergebnisse sind wiederum gruppenweise zusammengefaßt in Tab.10 .

Über gelegentlich auftretendes Taubheitsgefühl in den Fingern berichten die "kranken" Waldarbeiter nur wenig häufiger (78 % : 68 %), über gelegentlich auftretende weiße Finger dagegen weit häufiger (44 % : 16 %) als die "gesunden".

TAB. 9 : ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE AUS MEDIZINISCHER UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE

WA

WA

VVS - ANAMNESE	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ	$\bar{x}$	±s	%	
KALTE HÄNDE OFT	X	X				X							X				X					X					X		9			32,1	
KALTE FÜßE OFT		X	X									X					X		X			X	X		X				9			32,1	
FRÖSTELN OFT				X				X											X			X	X						6			21,4	
TAUCHT 1. FING. GELEGTL.	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	20			71,4	
WEIßE FINGER GELEG. LI						X						X							X							X			5			17,9	
WEIßE FINGER GELEG. RE					X							X								X							X		5			17,9	
SCHWÄRZ/FING. GELEG. NACHTS			X		X									X			X				X								7			25,9	
SCHWÄRZ/ARM GEL. NACHTS	X					X						X		X			X		X	X	X	X				X		10				35,7	
TAUCH. 1. F./SCHWÄRZEN																			X										2			71	
BESSERUNG 1. LETZT. J.																													6			21,4	
SCHLECHTER 1. LETZT. J.																																	
TAUBHEIT/AF LINKS I	X	X				X								X				X				X	X		X				10			35,7	
II		X		X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9			32,1	
III	X		X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15			53,6	
IV	X	X		X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	15			53,6	
V	X	X			X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11			39,3	
RECHTS I	X				X								X		X							X	X		X				8			23,6	
II	X			X	X								X		X				X			X	X		X				10			35,7	
III	X	X		X	X							X		X			X		X			X	X		X				13			46,4	
IV	X	X		X	X							X		X			X		X			X	X		X				11			39,3	
V	X	X			X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8			23,6	

WA

V V S - ANAMNESE	Maß n =	Waldarbeit.		
		Gs	Kr	Sa
		19	9	28
<u>Taubheit in den Fingern</u>				
li und/oder re gelegentl.	%	68	78	71
<u>Weiße Finger</u>				
li und/oder re gelegentl.	%	16	44	25
<u>Schmerzen im Arm nachts</u>				
li und/oder re gelegentl.	%	37	33	36
<u>Taubheit und/oder Weißfinger</u>				
links I	%	32	44	36
II	%	32	33	32
III	%	58	44	54
IV	%	58	44	54
V	%	37	44	39
rechts I	%	26	33	29
II	%	26	56	36
III	%	37	67	46
IV	%	37	44	39
V	%	21	44	29
% = Häufigkeit auf die jeweilige Gruppe bezog.				

TAB.10 : HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER AUF DAS
VIBRATIONSBEDINGTE VASOSPASTISCHE SYNDROM
BEZOGENEN ANAMNESE DER WALDARBEITER.
Gs = GESUNDE; Kr = KRANKE (IM SINNE EINER
NORMALEN ODER PATHOLOGISCHEN WIEDERERWÄR-
MUNG DER FINGER); SA = GESAMTGRUPPE.

Bemerkenswert ist, daß alle als "krank" eingestuften Waldarbeiter (mit Ausnahme des WA Nr. 8) über Taubheitsgefühl und/oder weiße Finger berichten. Andererseits sind von 13 der 19 Waldarbeiter, deren Finger-Wiedererwärmung normal verläuft, Taubheitsgefühl, bzw. weiße Finger angegeben worden. Der Waldarbeiter Nr. 8, der als "krank" eingeordnet wurde, weil sich die Finger II - V seiner linken Hand abnorm langsam wiedererwärmten, ist 24 Jahre alt, starker Raucher, arbeitet seit 2 Jahren mindestens 700 Motorsägen-Stunden jährlich.

Die in Tab.10 ebenfalls aufgelistete Häufigkeitsverteilung der von Taubheit oder Weißfinger-Attacken gelegentlich betroffenen Finger ist in den Abb.17 und 18 graphisch dargestellt:

- während bei den "Gesunden" vor allem die Finger III und IV der linken Hand betroffen sind,
- sind es bei den "Kranken" die Finger II und III der rechten Hand.

Es besteht keine Übereinstimmung dieser Häufigkeitsverteilung mit der anhand der Wiedererwärmung ermittelten (Abb. 10).

Die Befunde der VVS-Anamnese können wie folgt zusammengefaßt werden:

Bis auf WA Nr. 8 klagten alle Waldarbeiter, bei denen im Kälte-Provokations-Test eine abnorme Wiedererwärmung der Finger registriert wurde, über Taubheit in den Fingern oder weiße Finger. Andererseits konnte nicht bei allen, die Taubheitsgefühle und Weißfärbung angaben, eine abnorme Wiedererwärmung nachgewiesen werden. Bei den "kranken" Waldarbeitern sind andere Finger von Taubheit bzw. Weißfärbung meistbetroffen als bei den "gesunden".

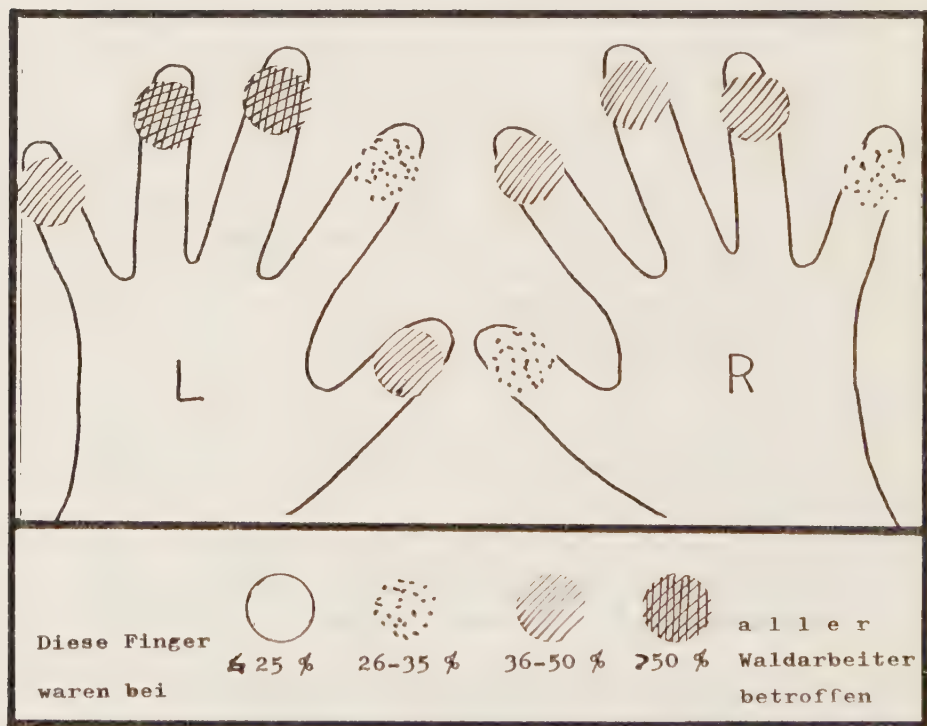


ABB.17 : GELEGENTLICHES TAUBHEITSGEFÜHL DER FINGER UND/ODER WEISSE FINGER LT. ANAMNESE ALLER 28 WALDARBEITER.

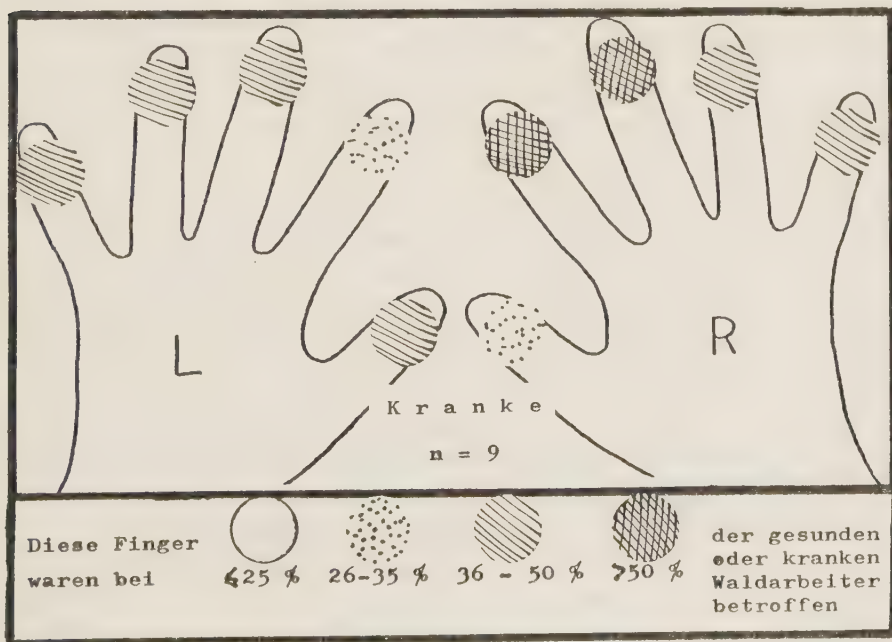
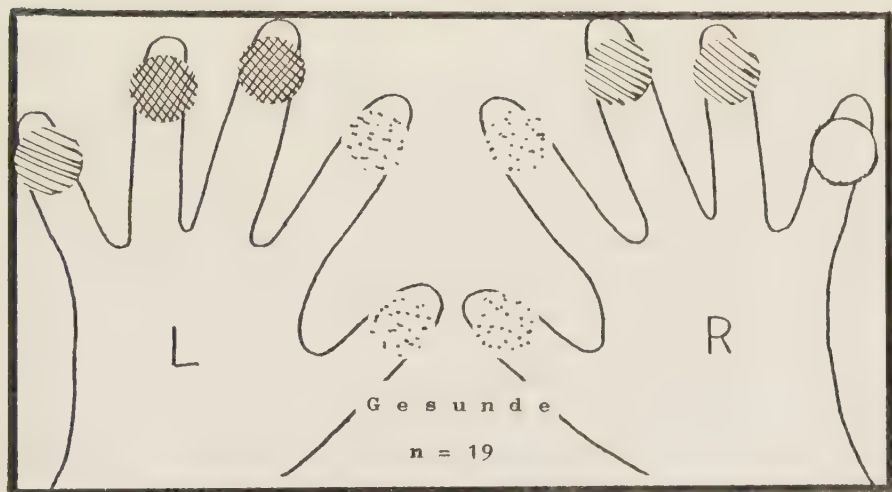


ABB.18 : GELEGENTLICHES TAUBHEITSGEFÜHL DER FINGER UND/ODER WEISSE FINGER LT. ANAMNESE DER GESUNDEN UND KRANKEN WALDARBEITER.

d) Medizinische Untersuchung

Die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung und anamnestischen Exploration sind für alle Waldarbeiter in der Tab. 11 zusammengestellt. Bereits dieser Tabelle kann entnommen werden, daß etwa die Hälfte der erfaßten Befunde keine wesentliche Aussagekraft hat, entweder weil die Summe der Nennungen zu gering ist oder weil sie zu geringe Unterschiede zwischen Waldarbeitern und Kontrollpersonen oder zwischen "gesunden" und "kranken" Waldarbeitern erkennen lassen. Zu diesen für die weitere Auswertung nicht mehr herangezogenen Parametern gehören z.B. der Harnzucker, das mäßige Rauchen, der Alkoholkonsum, die Medikamenteneinnahme, das Flimmern vor den Augen, häufig auftretende oder ständig vorhandene Ohrgeräusche, Darmstörungen, Nieren- und Lebererkrankungen.

Während in Bezug auf die Wiedererwärmung der Finger ein Vergleich der Waldarbeiter mit den Kontrollpersonen wegen unterschiedlicher Voraussetzungen (siehe S. 82) nicht zulässig ist, soll er bei den Befunden der medizinischen Untersuchung dazu dienen, berufsspezifische Unterschiede hervorzuheben.

Die Parameter, die einer näheren Betrachtung wert erscheinen, sind in der Tab. 13 dargestellt, und zwar sowohl für Waldarbeiter als auch für die Kontrollpersonen und jeweils aufgeteilt in "Gesunde" und "Kranke", d.h. in solche mit normalen und pathologischen Wiedererwärmungswerten der Finger.

Beim Vergleich der Gesamtgruppe der Waldarbeiter (WA) mit der Gesamtgruppe der Kontrollpersonen (KP) fällt auf, daß das Durchschnittsalter beider Gruppen nahezu gleich ist, die Risikofaktoren und Krankheitserscheinungen demnach bezüglich ihrer altersabhängigen Häufigkeitsverteilung miteinander verglichen werden können.

TAB. 11: ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE AUS MEDIZINISCHER UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE

RED. UNTERS. U. ANAMNESE	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Σ	$\bar{x}$	$\pm s$	%		
ALTER (J.)	35	44	45	24	44	20	48	24	42	18	40	31	48	40	46	48	40	40	35	52	48	20	46	58	33	44	47	43	393	103			
ÜBERGEWICHT*	X			X	X		X						X	X	X	X	X	X	X	X					X		X		12			42,9	
HYPERTONIE**	X	X	X		X					X				X		X	X	X	X	X						X		X		11			39,3
WACHZUCKER POSITIV																			X										1			3,6	
RAUCHER KW3IG***		X	X					X		X	X								X										6			21,9	
RAUCHER STARK***				X	X	X	X									X										X	X	6				24,9	
ALKOHOL (≥4 FL.BIER/TAG)	X				X																							3				10,3	
MEDIKAMENTE REGELMÄßIG					X												X	X										7				25,0	
KOPFSCHMERZEN HÄUFIG		X		X	X	X									X	X					X				X	X	X	11				38,3	
FLUTERN V.D.AUGEN		X																	X	X	X					X		5				13,7	
OHRENKÜSCHE HÄUFIG																			X	X	X				X	X	X	6				21,4	
HERZKREISL.ERKRANKUNG.		X	X	X	X		X			X				X			X	X	X					X	X	X	X	12				42,3	
ATM.ERKRANKUNGEN		X	X	X	X				X	X									X					X		X	X	8				28,6	
ATM.ERLEIDEN					X	X				X	X	X	X	X	X		X	X	X					X				12				42,9	
DARSTÖRUNGEN				X	X				X	X	X						X	X							X	X	X	7				35,6	
NIERENERKRANKUNGEN												X	X	X	X		X	X	X	X	X			X			X	7				25,6	
LEBERERKRANKUNGEN	X													X														3				10,7	
GELENKSCHÄDEN	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	13				16,6	
RÜCKENSCHMERZEN		X	X			X					X															X	X	X	17				30,3

*) MEHR ALS 10% ÜBER BROCA ***) HÖHER ALS 160/95 ***) 10-20 ZIGARETTEN/TAG *****) MEHR ALS 20 ZIGARETTEN/TAG

ED. UNTERS. J. ANAMNESE	21	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ	$\bar{x}$	$\pm s$	%
ALTER (J.)	47	47	55	42	45	23	39	33	24	21	28	46	55	42	54	48	44	36	48	47	30	29	30	27	25	39	25	27		36,9	10,9	
UBERGEWICHT*		x	x		x		x							x		x	x												7			25,0
HYPERTONIE**	x			x		x						x		x															6			24,4
HÄNDZUCKER POSITIV																													0			0
RAUCHER KRÖNIG***	x				x	x							x	x				x				x							8			28,6
RAUCHER STARK****								x	x		x					x													4			14,3
ALKOHOL (≥ 4 FL. BIER/TAG)							x	x				x																	4			14,3
MEDIKAMENTE REGELMÄßIG	x				x				x		x		x																5			17,9
KOPFSCHMERZEN HÄUFIG			x									x		x	x														4			14,3
PLIN, ERN. V. D. ÄUGEN																x													1			3,6
OHRRINGEUSCHEN HÄUFIG	x				x										x														3			10,7
HERZ/KREISL. ERKRANKUNG.					x									x															4			14,3
ATHEM. ERKRANKUNGEN	x										x		x																4			14,3
MAGENLEIDEN	x	x	x	x				x															x						7			25,0
DARMSTÖRUNGEN	x										x																		2			7,1
NIERENERKRANKUNGEN					x										x														2			7,1
LEBERERKRANKUNGEN			x								x																		3			10,7
GELENKSCHÄDEN		x	x	x												x													5			17,9
RÜCKENSCHMERZEN																x			x										3			10,7

*) MEHR ALS 10% ÜBER ERG. ***) HÖHER ALS 160/95 ****) 10-20 ZIGARETTEN/TAG *****) MEHR ALS 20 ZIGARETTEN/TAG

MEDIZINISCHE UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE	Maß n =	Waldarbeit.			Kontrollp.		
		Gs	Kr	Sa	Gs	Kr	Sa
		19	9	28	10	18	28
Alter	J.	40	37	39	33	39	37
Übergewicht	%	47	33	43	30	22	25
Hypertonie	%	37	44	39	30	17	21
Starke Raucher	%	11	44	21	10	17	14
Häufige Kopfschmerzen	%	37	44	39	0	22	14
Herz-/Kreislauf-Erkrankung.	%	53	22	43	10	17	14
Atemwegserkrankungen	%	26	33	29	10	17	14
Magenleiden	%	58	5	43	10	33	25
Gelenkschäden	%	37	67	46	10	22	18
Rückenschmerzen	%	53	78	61	0	17	11
% = Häufigkeit auf die jeweilige Gruppe bezogen							

TAB.13: HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE DER WALDARBEITER UND KONTROLLPERSONEN. GS = GESUNDE; KR = KRANKE (IM SINNE EINER NORMALEN ODER PATHOLOGISCHEN WIEDERERWÄRMUNG DER FINGER); SA = GESAMTGRUPPE.

Different verhalten sich trotz des nahezu gleichen Durchschnittsalters die Relationen (Abb. 19) der

WA : KP

in Bezug auf	Übergewicht	43 % : 25 %
	Hypertonie	39 % : 21 %
	Starke Raucher	21 % : 14 %
	häufiger Kopfschmerz	39 % : 14 %
	Herz/Kreislaferkrankung	43 % : 14 %
	Atemwegserkrankungen	29 % : 14 %
	Magenleiden	43 % : 25 %
	Gelenkschäden (einschl. Bandscheiben)	46 % : 18 %
	Rückenschmerzen	61 % : 11 %

Alle in dieser Tabelle aufgeführten Befunde sind bei den Waldarbeitern häufiger anzutreffen als bei den Nicht-Waldarbeitern!

Vergleicht man unter den Waldarbeitern die "Gesunden" mit den "Kranken", so erhält man Relationen, die bei folgenden Befunden auffällige Unterschiede aufweisen: (Abb. 20):

Gesunde : Kranke
Waldarbeiter

Übergewicht	47 % : 33 %
starkes Rauchen	11 % : 44 %
Herz/Kreislaferkrankung	53 % : 22 %
Magenleiden	58 % : 5 %
Gelenkschäden	37 % : 67 %
Rückenschmerzen	53 % : 78 %

Diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, daß unter den "kranken" Waldarbeitern weniger Übergewichtige, Herz- und Kreislaferkrankungen und erheblich weniger Magenleidende, jedoch mehr starke Raucher und solche mit Gelenkschäden und Rückenschmerzen sind als unter ihren "gesunden" Kollegen!

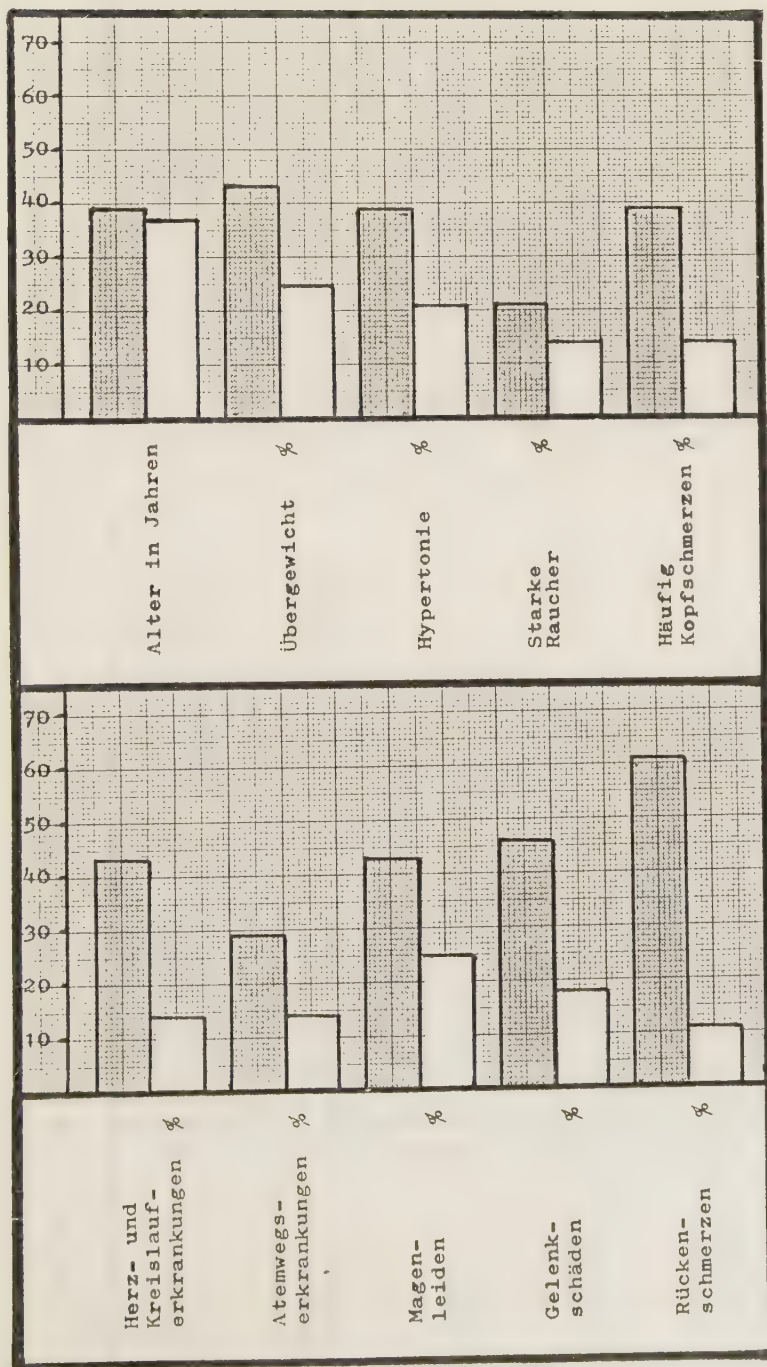


Abb. 19: HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE BEI WALDARBEITERN
 (N = 28) UND KONTROLLPERSONEN (N = 28). % = HÄUFIGKEIT DER JEWEILIGEN GRUPPE.

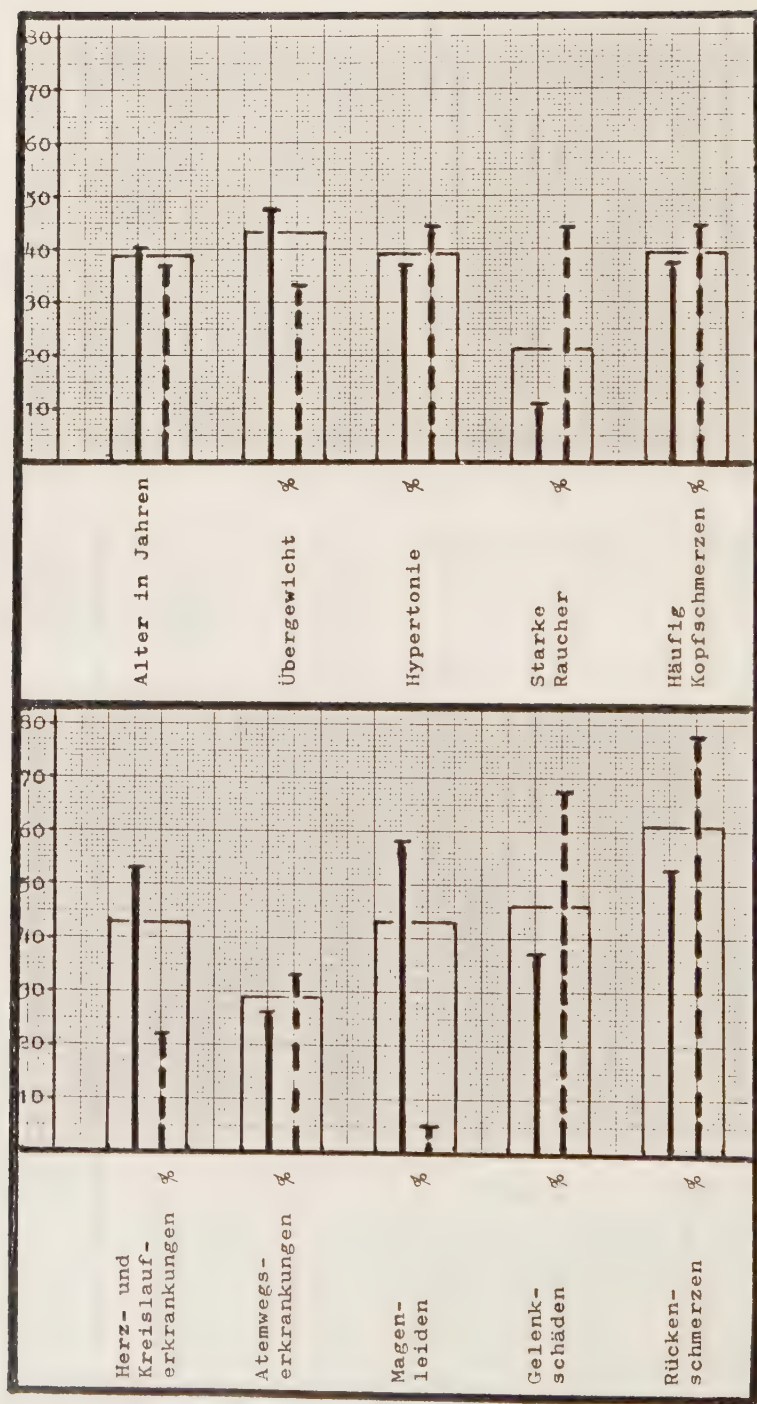


ABB. 20: HERVORTRETENDE ERGEBNISSE DER MEDIZINISCHEN UNTERSUCHUNG UND ANAMNESE DER WALDARBEITER.
 □ GESAMTGRUPPE (N = 28); ▤ KRANKE (N = 9).

e) Vibrationsempfindungsschwelle

Nach dem bereits beschriebenen Verfahren (siehe Abschnitt "Untersuchungsmethodik") wurden die Vibrationsempfindungsschwellen (VS) sowohl vor der Motorsägenarbeit (MS) als auch danach und zwar jeweils vor und nach dem Kälte-Provokations-Test (KPT) gemessen. Jede Messung erfolgte 5mal hintereinander, der Durchschnittswert wurde in ein Koordinatensystem eingezeichnet. Die Abb. 21 und 22 geben ein Beispiel für die so gewonnenen Diagramme.

Die Durchschnittswerte von jeweils 5 Fingern der linken und rechten Hände sind in Tab. 17 für alle 4 Meßphasen (vor MS vor und nach KPT, nach MS vor und nach KPT) und für jeden Waldarbeiter eingetragen.

Die VS-Messungen führen zu folgenden Ergebnissen (Tab. 14 und Abb. 23)

Vibrationsschwelle**		Gesamt (n = 28)	Normal (n = 18)*	Pathol. (n = 9)
<u>vor MS</u>	vor KPT li	25,5 ± 14,7	25,3 ± 10,1	19,7 ± 9,2
	re	28,4 ± 20,6	28,4 ± 11,3	18,4 ± 7,0
	nach KPT li	21,2 ± 12,7	21,1 ± 9,3	16,1 ± 4,0
	re	24,6 ± 18,8	23,8 ± 9,9	17,0 ± 7,3
<u>nach MS</u>	vor KPT li	39,1 ± 30,1	35,6 ± 17,0	32,8 ± 22,5
	re	37,8 ± 42,5	33,2 ± 13,8	31,8 ± 19,9
	nach KPT li	25,1 ± 21,2	25,9 ± 12,6	17,0 ± 9,2
	re	32,6 ± 43,0	27,7 ± 10,9	18,9 ± 8,9

* ohne WA 13, der extrem hohe Vibrationsschwellen aufweist

** in Skalenteilen des Vibrationsgenerators

Tab.: 14 Vibrationsschwellen der Waldarbeiter,
Mittelwerte ($\bar{x} \pm s$) der linken und rechten Hände.

WA

LINER HARDE

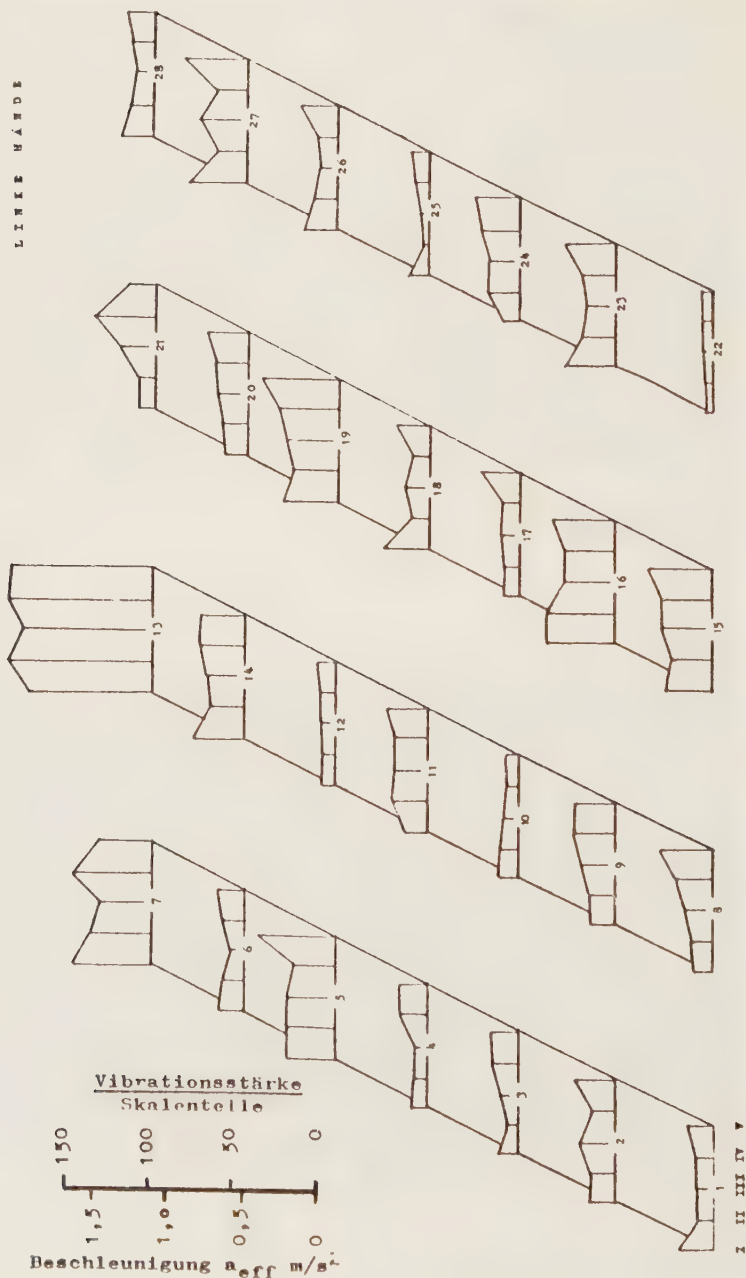


Abb. 21: VIBRATIONSEMPFINDUNGSSCHWELLE DER FINGER I - V ALLER 28 WALDARBEITER
(HOHE SÄULE = HOHER SCHWELLENWERT = GERINGE EMPFINDLICHKEIT)

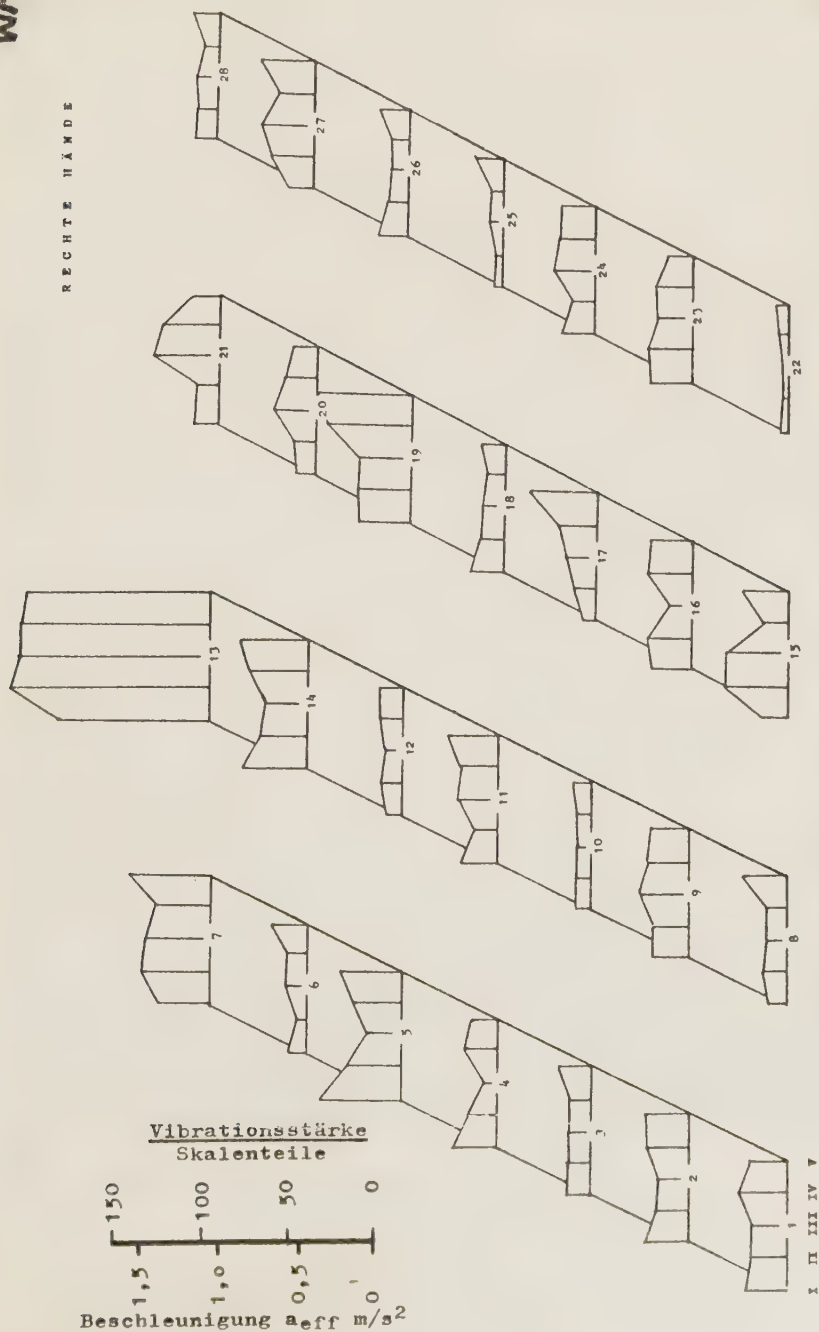


ABB. 22: VIBRATIONSEMPFINDUNGSSCHWELLE DER FINGER I - V ALLER 28 WALDARBEITER

(HOHE SÄULE = HOHER SCHWELLENWERT = GERINGE EMPFINDLICHKEIT)

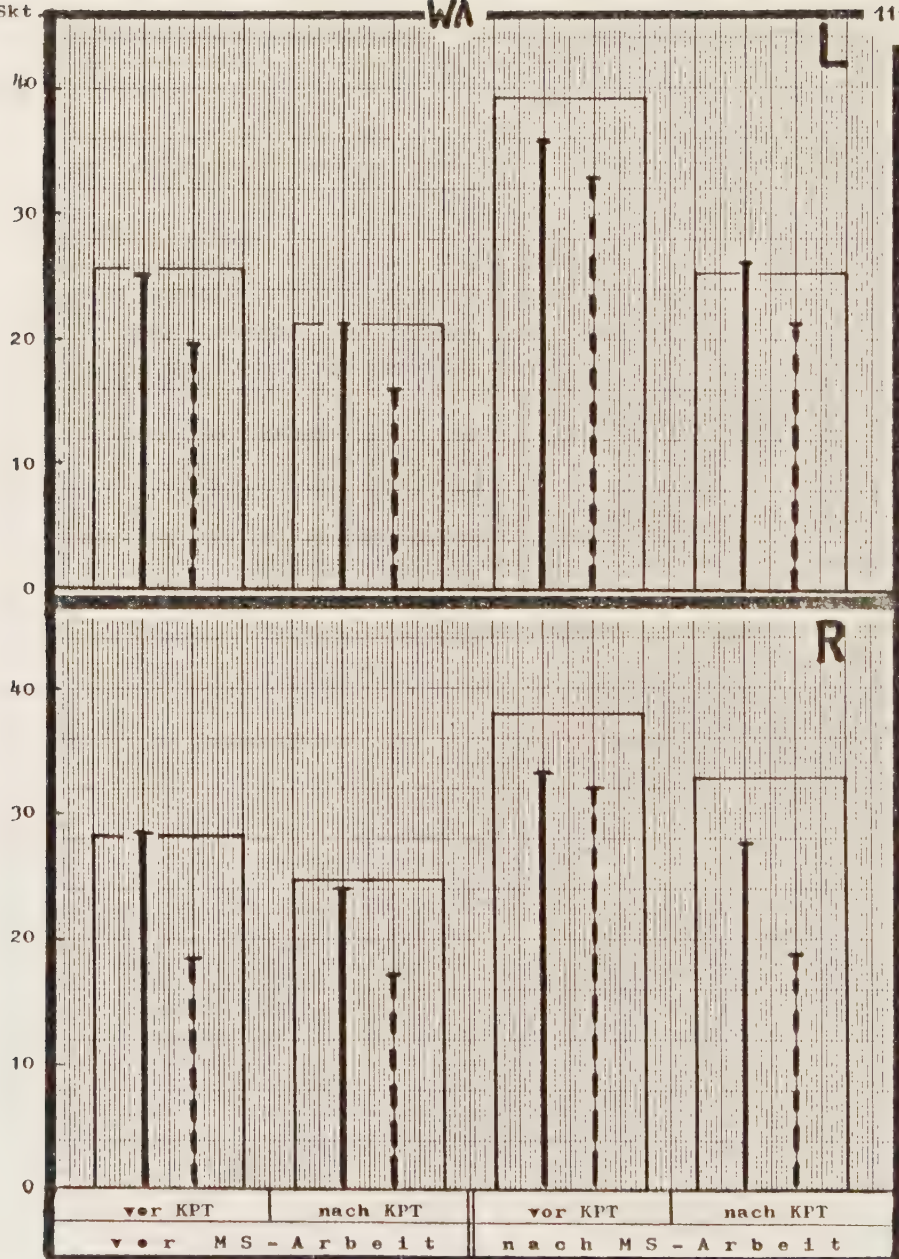


Abb. 23: VIBRATIONSEMPFINDUNGSSCHWELLE DER WALDARBEITER

□ Gesamtgruppe (N = 28); T Gesunde (N = 18, ohne Nr. 13);

T Kranke (N = 9). MITTELWERTE ALLER FINGER DER LINKEN UND RECHTEN HÄNDE IN SKALENTEILEN DES VIBRATIONSGENERATORS.

Aus diesen Meßergebnissen kann gefolgert werden:

1. Die Gesamtgruppe aller 28 Waldarbeiter weist
 - die niedrigste Vibrationsschwelle (= höchste Vibrationsempfindlichkeit) vor MS nach KPT auf
 - die höchste VS (= niedrigste Vibrationsempfindlichkeit) nach MS vor KPT
2. Bei den gesunden Waldarbeitern (Normal)*
 - entsprechen alle Werte in ihrer Gewichtung nahezu denen der Gesamtgruppe
3. Bei den kranken Waldarbeitern (Pathologisch)
 - verteilen sich die Werte in ihrer Gewichtung wie in der Gesamtgruppe und der gesunden Gruppe, allerdings auf einem deutlich niedrigeren Niveau!

* ohne Waldarbeiter 13, der wegen seiner extrem hohen Werte aus den Berechnungen herausgenommen wurde.

Die in gleicher Weise registrierten und ausgewerteten Meßergebnisse der Kontrollpersonen des Vorversuchs sind in Tab. 15 und Abb.24 aufgeführt:

Vibrationsschwelle*	Gesamt	Normal	Pathol.
	(n = 28)	(n = 10)	(n = 18)
vor KPT li	20,8 ± 15,7	16,2 ± 7,8	23,3 ± 18,5
KPT re	21,5 ± 14,8	19,2 ± 11,1	22,8 ± 16,7
nach KPT li	17,5 ± 12,9	15,3 ± 8,0	18,7 ± 15,0
re	20,0 ± 10,4	16,3 ± 10,5	17,3 ± 10,7
* in Skalenteilen des Vibrationsgenerators			

Tab.15 : Vibrationsschwellen der Kontrollpersonen.
Mittelwerte ($\bar{x} \pm s$) der linken und rechten Hände.

Beim Vergleich mit den Waldarbeitern zeigt sich, daß bei der Gesamtgruppe aller 28 Kontrollpersonen

- wie bei den Waldarbeitern die Vibrationsschwellen nach KPT niedriger liegen als vor KPT
- die Vibrationsschwellen insgesamt um etwa 20 % niedriger sind als bei den Waldarbeitern
- im Vergleich der "gesunden" mit den "kranken" Kontrollpersonen im Gegensatz zu den Waldarbeitern die Vibrationsschwellen der "kranken" höher liegen als die der "gesunden".

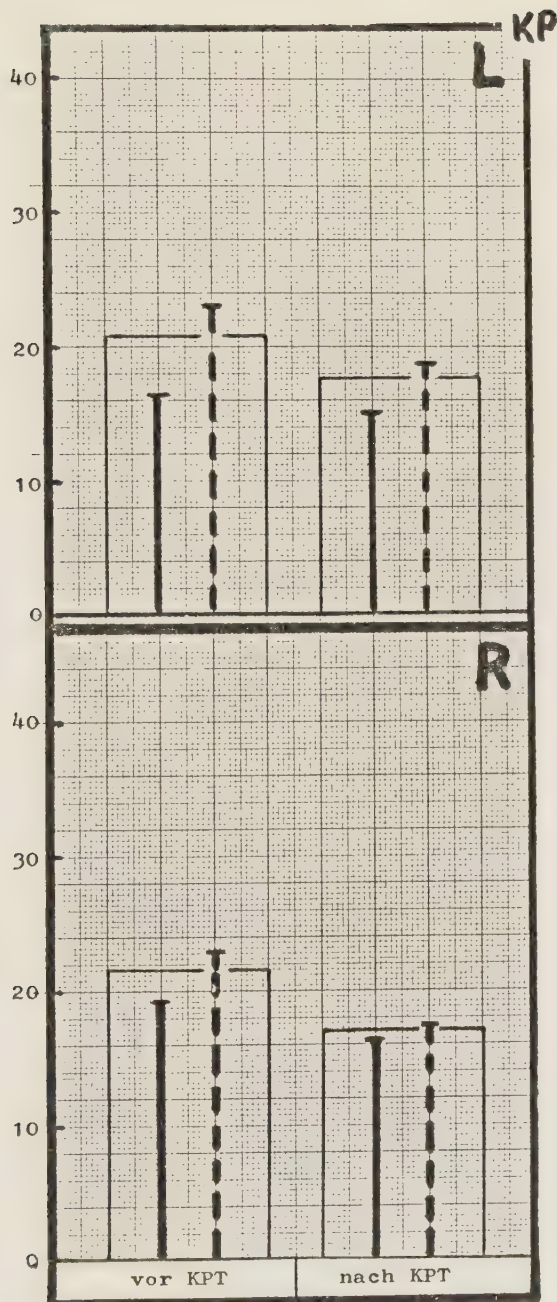


Abb. 24: VIBRATIONSEMPFINDUNGSSCHWELLE DER KONTROLLPERSONEN
 □ Gesamtgruppe (n = 28); ▤ Gesunde (n = 10);
 ··· Kranke (n = 18). MITTELWERTE ALLER FINGER DER
 LINKEN UND RECHTEN HÄNDE IN SKALENTEILEN DES VIBRA-
 TIONSGENERATORS.

f) Audiometrie

Die Waldarbeiter wurden morgens nach Eintreffen im Untersuchungswagen zu allererst einem Hörtest unterzogen, das zweite Mal etwa 10 - 15 Minuten nach Beendigung der einstündigen Arbeit mit der Motorsäge. Es kann also davon ausgegangen werden, daß das erste Audiogramm ein durch äußere Schalleinwirkungen weitgehend unbeeinflusstes Hörvermögen widerspiegelt. Das zweite Audiogramm dagegen konnte noch unter dem Einfluß des Motorsägenlärms stehen. Die Abb. 25 - 28 bringen eine Übersicht der Ruhe-Audiogramme aller 28 Waldarbeiter mit Ausnahme des WA Nr. 13, der wegen starker Schwerhörigkeit ein Hörgerät trug. Dieser WA wurde bei den späteren Auswertungen unberücksichtigt gelassen, um die Gruppen-Ergebnisse nicht zu verfälschen.

Bereits die visuelle Beurteilung der Ruhe-Audiogramme, die sich - wie der Abb. 33 entnommen werden kann - nur geringfügig von den nach MS aufgenommenen Audiogrammen unterscheiden, läßt erkennen,

- daß etwa die Hälfte der Audiogramme ausgeprägte und für die Lärmschwerhörigkeit typische Senken im Bereich von 3-6000 Hz aufweist
- daß diese Senken bei mindestens 10 Waldarbeitern auf beiden Ohren gleich stark ausgeprägt sind
- daß die Ausprägung des Hörverlustes deutlich altersabhängig ist.

ABB. 25: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME DER WALDARBEITER (LUFTLEITUNG)

VOR MOTORSÄGEN-ARBEIT

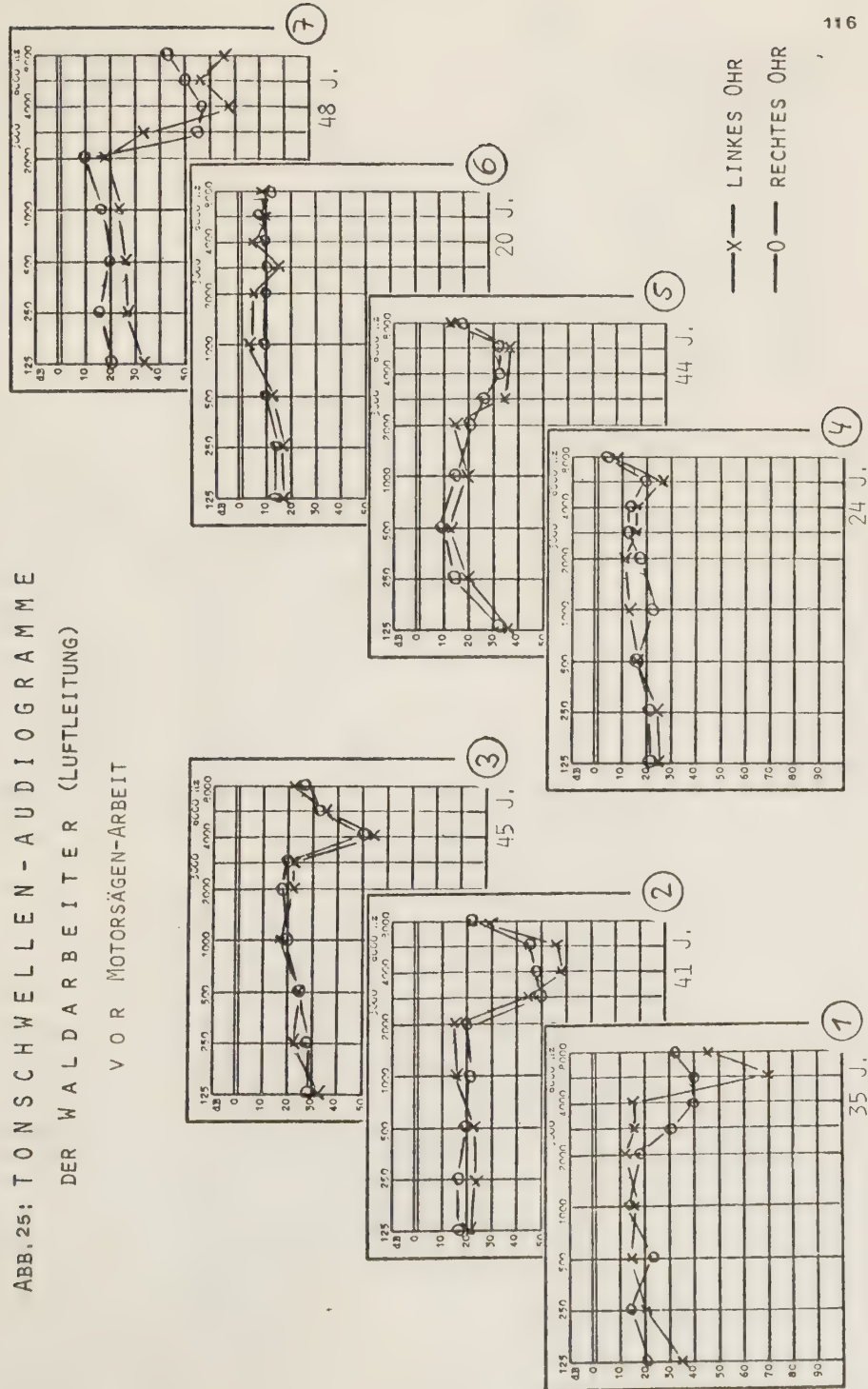


ABB.26: TONSCHELLEN-AUDIOGRAMME
DER WALDARBEITER (LUFTLEITUNG)
VOR MOTORSÄGEN-ArBEIT

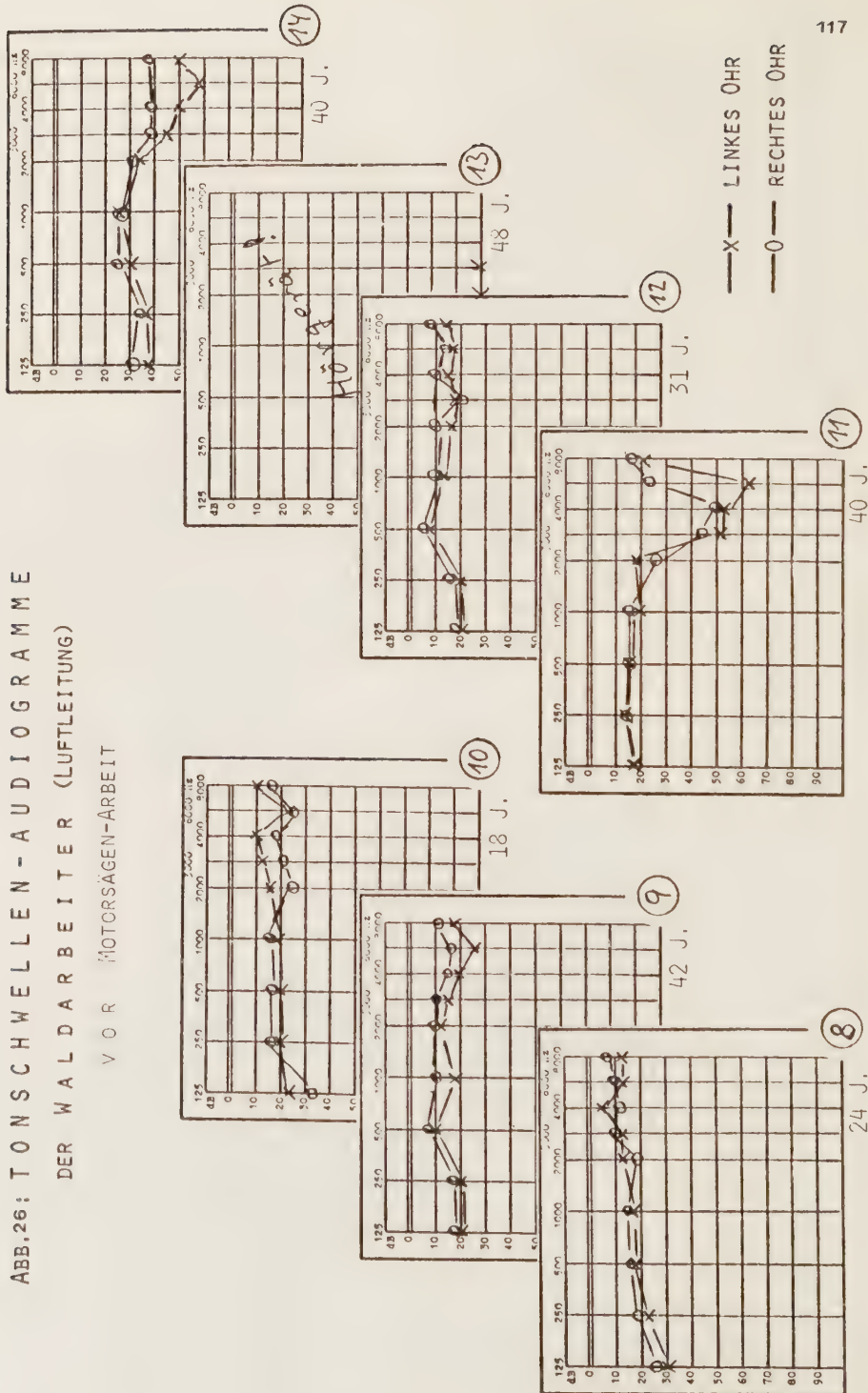


ABB.27: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME

DER WALDARBEITER (LUFTLEITUNG)

VOR MOTORSÄGEN-ArBEIT

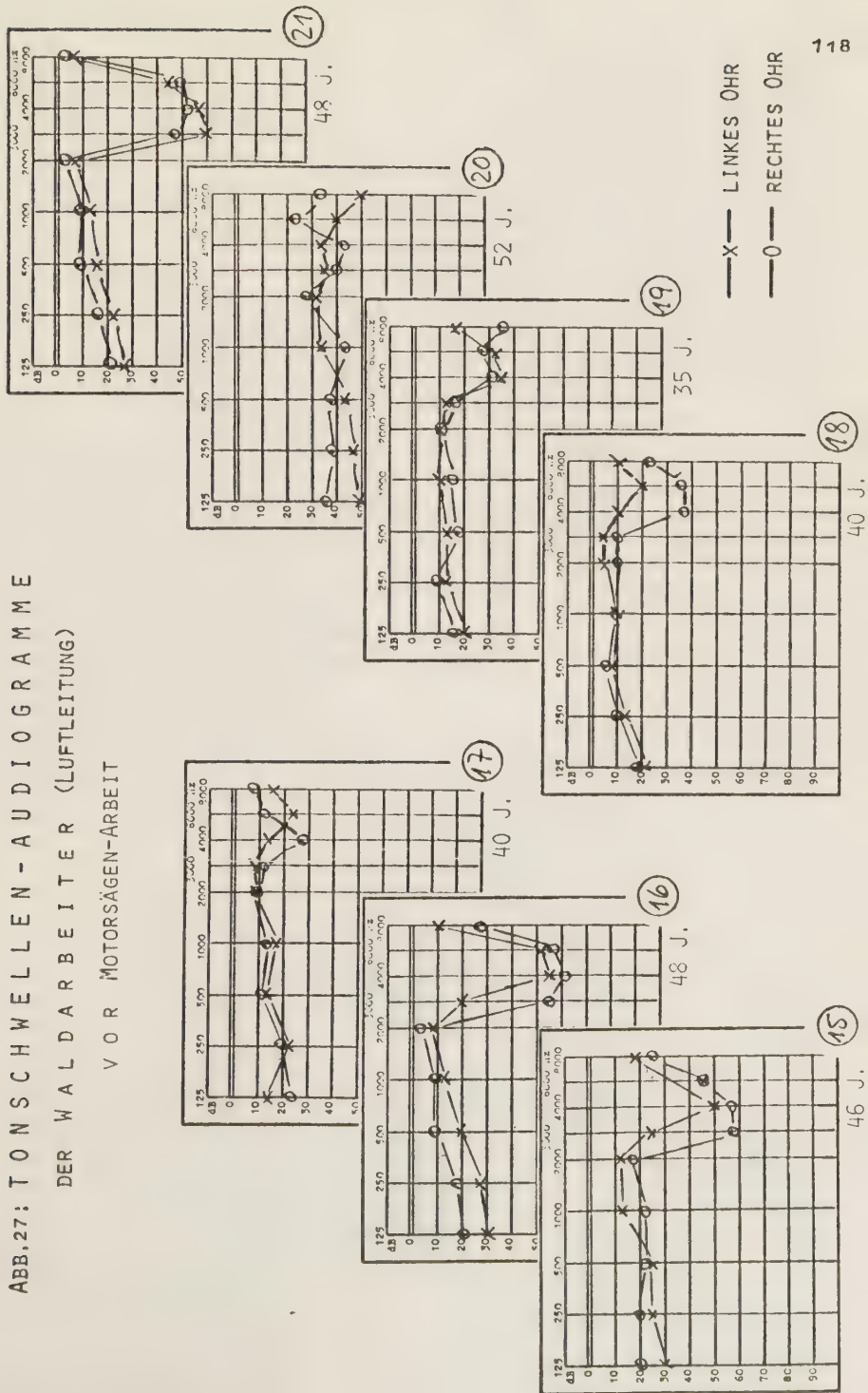
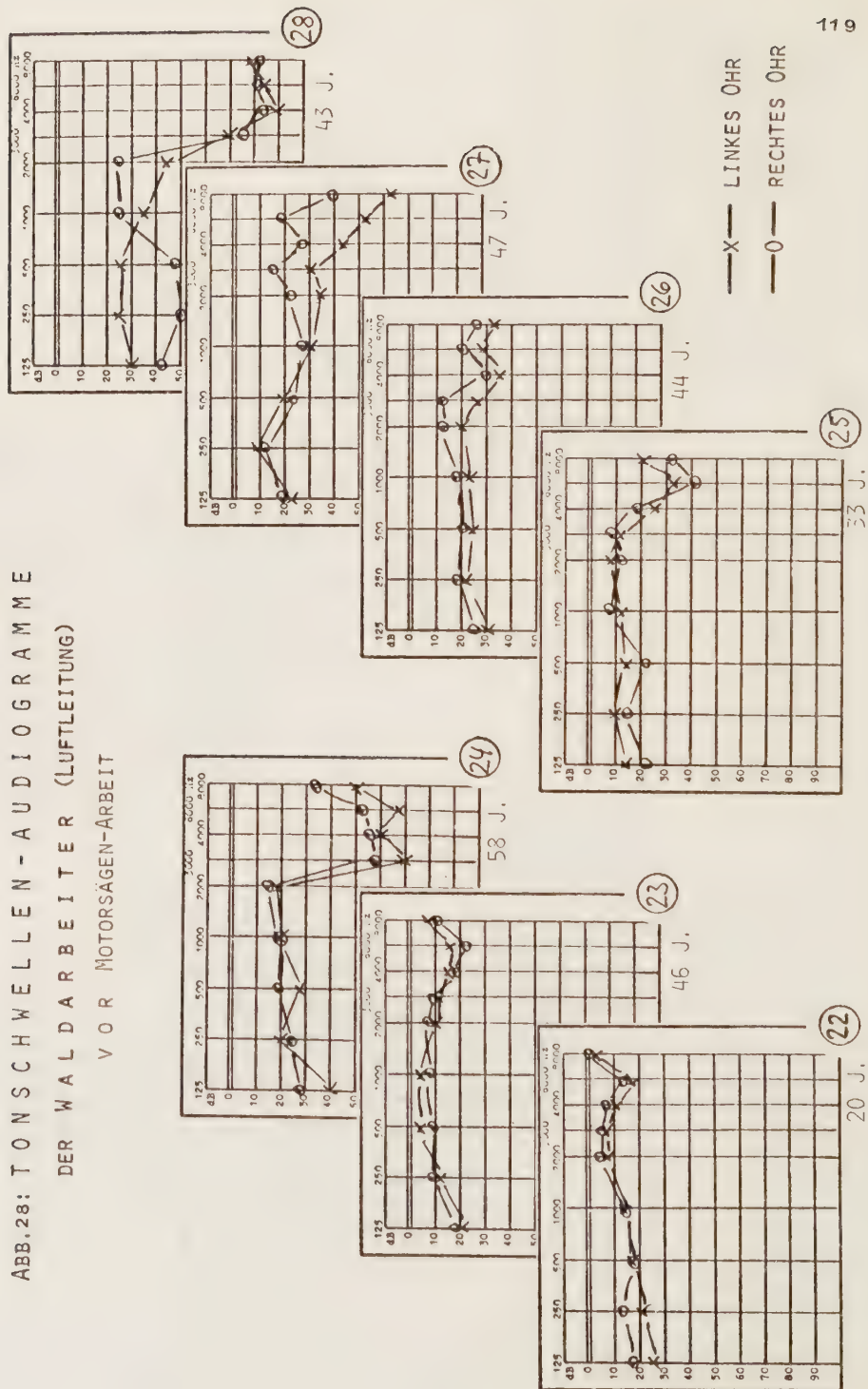


ABB.28: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME
DER WALDARBEITER (LUFTLEITUNG)
VOR MOTORSÄGEN-ArBEIT



Beim Vergleich der Waldarbeiter-Audiogramme mit denen der K o n t r o l l p e r s o n e n (Abb.29 - 32) ergibt sich,

- daß auch bei den KP typische Lärmschwerhörigkeiten vorkommen, wenn auch nicht so häufig wie bei den WA
- daß nur 4 Kontrollpersonen (Nr. 5, 8, 17 und 26) mit beiden Ohren betroffen sind
- daß die Audiogramme der über-30jährigen verschiedenartigere Verlaufsmuster aufweisen als bei den Waldarbeitern, was auf andere Arten von Schalltraumen und Noxen hindeutet.

Die als Gesamtgruppe sowie als "Gesunde" und "Kranke" (im Sinne einer normalen oder pathologischen Wiedererwärmung der Finger) zusammengefaßten 4000 Hz-Werte (Abb.33) zeigen:

- die Audiogramme vor und nach MS unterscheiden sich praktisch nicht (wahrscheinlich aufgrund des konsequenten Tragens des vorgeschriebenen Gehörschutzes)
- die Hörverluste der "Kranken" sind bei den Waldarbeitern deutlich niedriger als die der "Gesunden", bei den Kontrollpersonen dagegen deutlich höher
- die "gesunden" Kontrollpersonen hören durchschnittlich um 14 dB besser als die "gesunden" Waldarbeiter
- die "kranken" Kontrollpersonen dagegen unterscheiden sich in diesem Vergleich nur unwesentlich von den "kranken" Waldarbeitern.

ABB.29: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME
DER KONTROLLPERSONEN (LUFTLEITUNG)

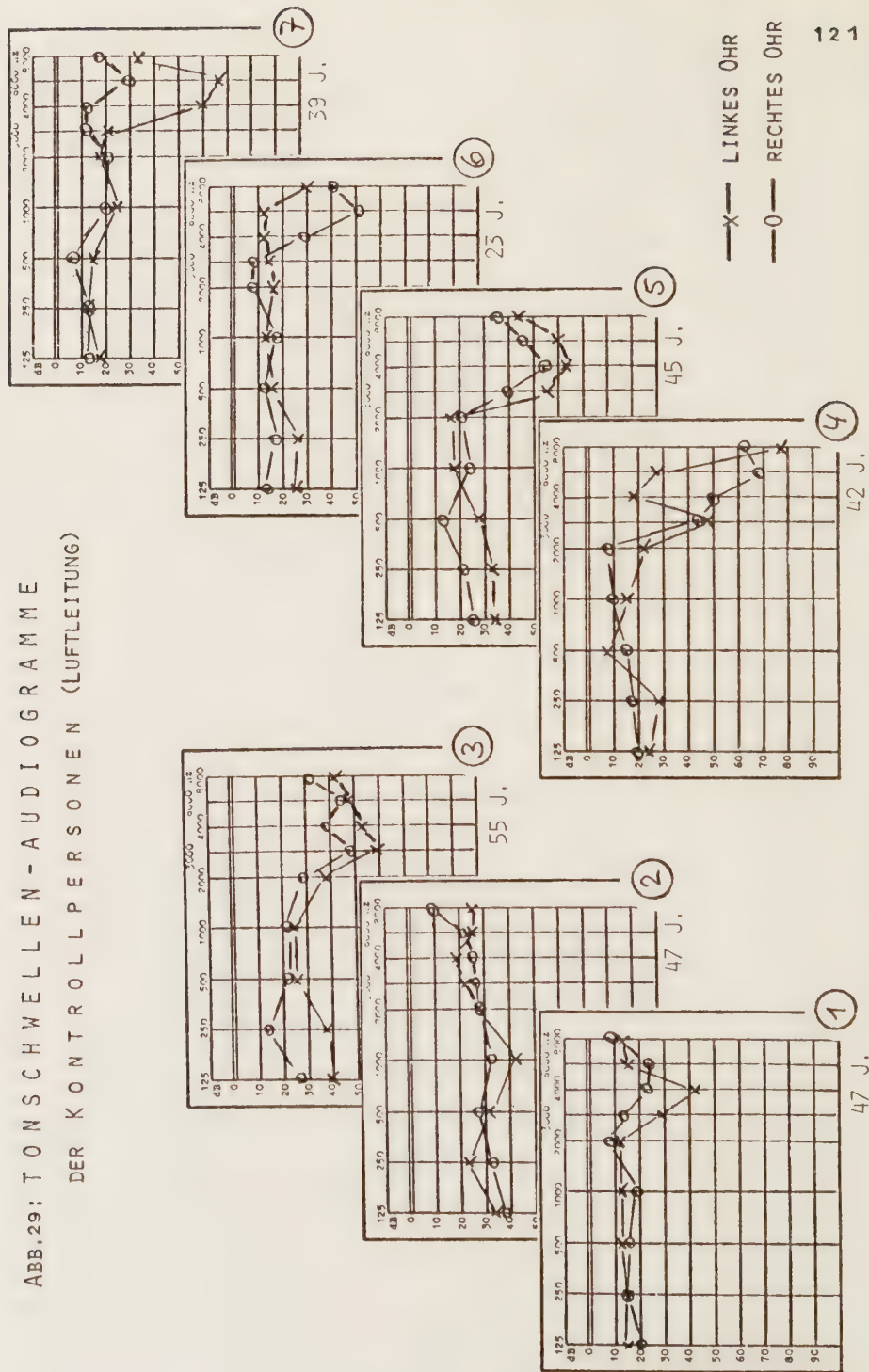


ABB.30: TONSCHWELLEN - AUDIOGRAMME
DER KONTROLLPERSONEN (LUFTLEITUNG)

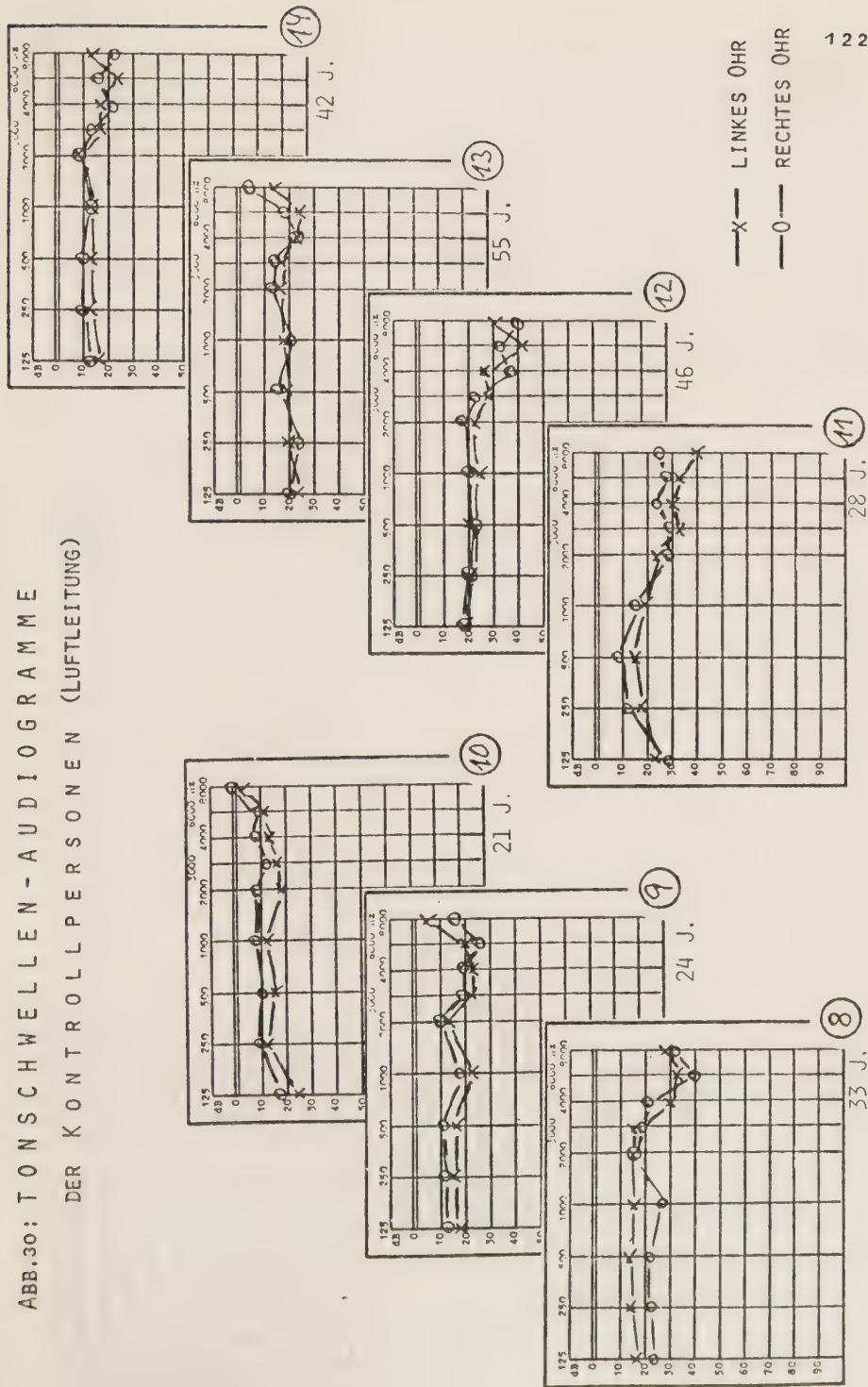


ABB.31: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME
DER KONTROLLPERSONEN (LUFTLEITUNG)

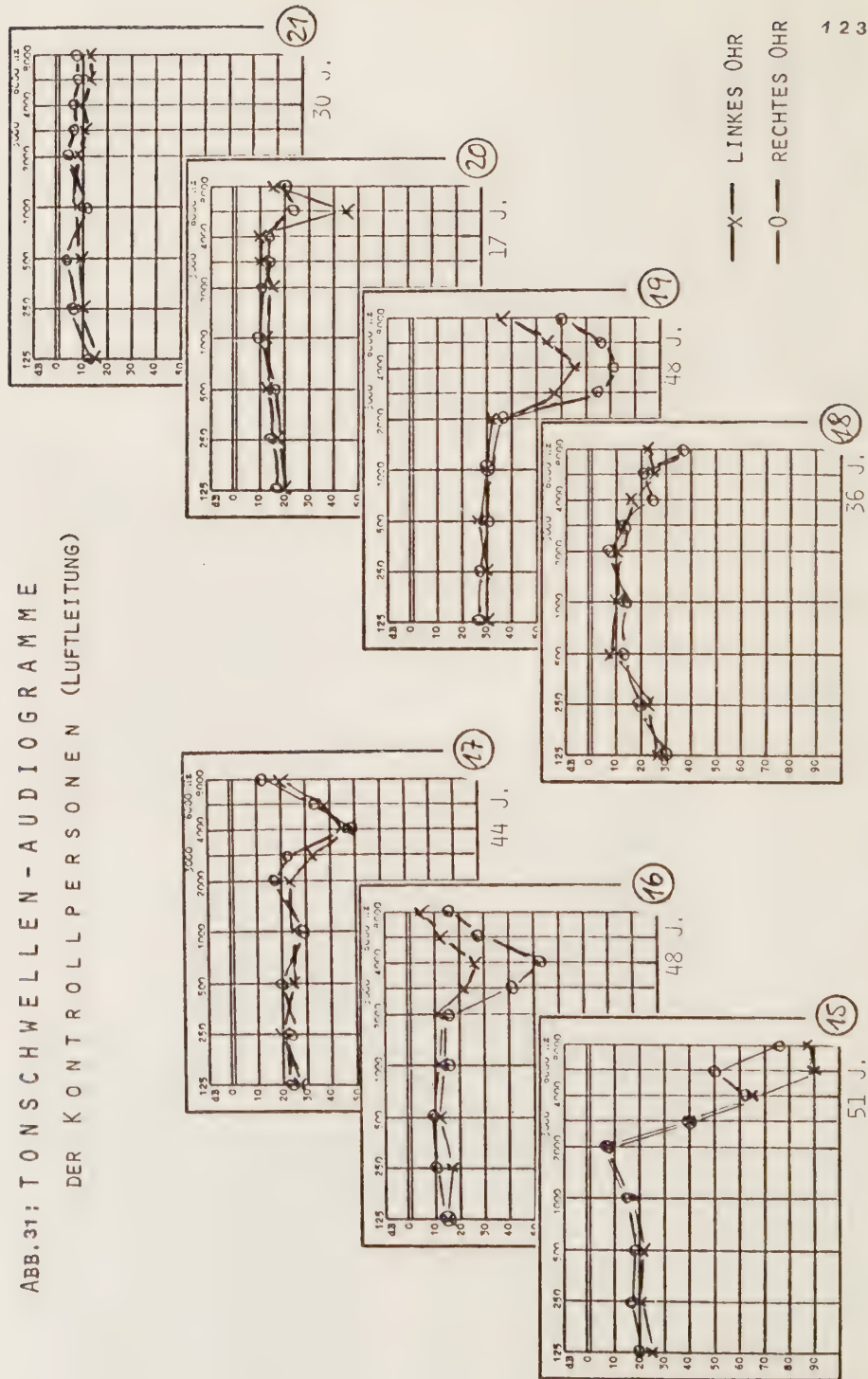
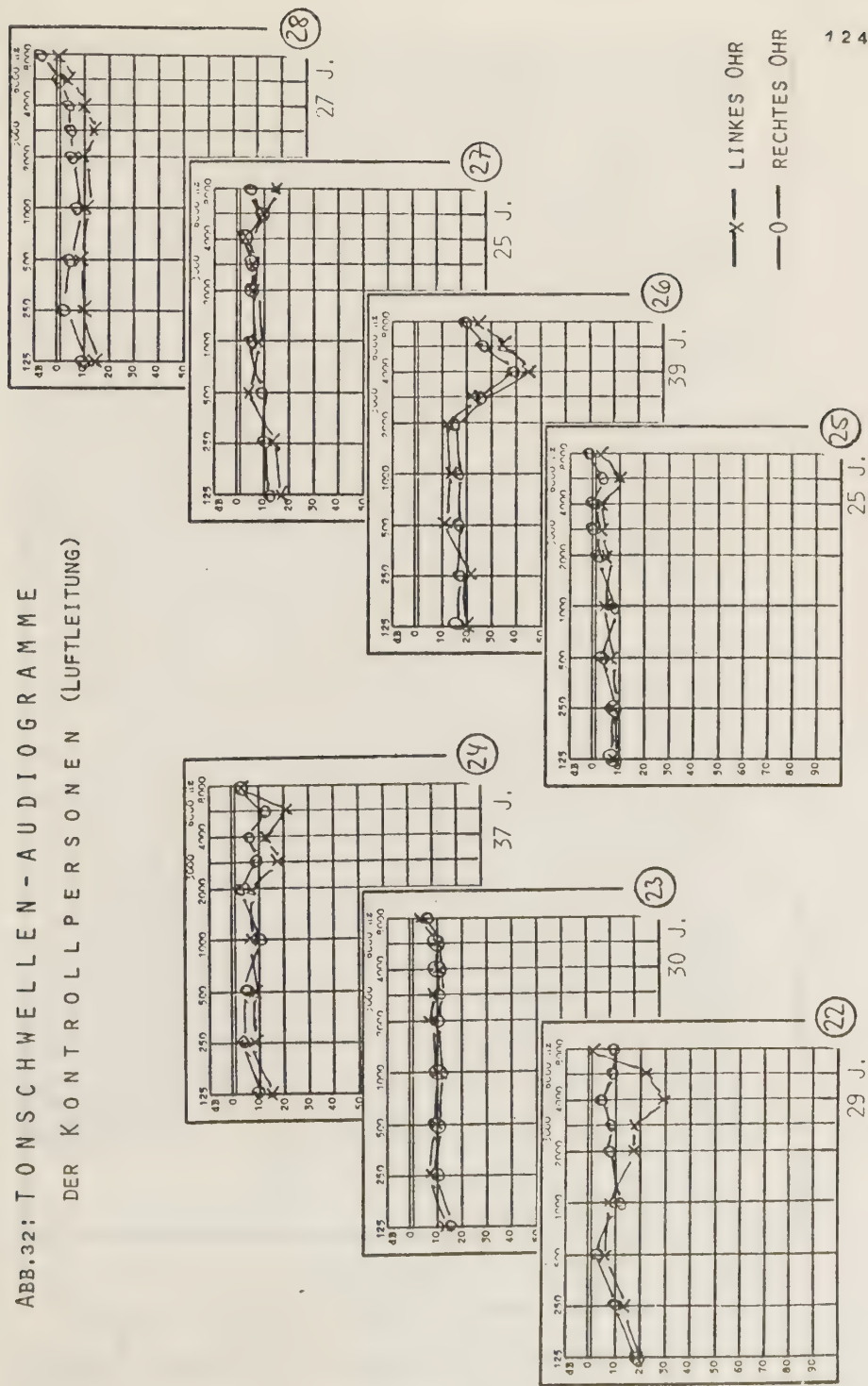


ABB.32: TONSCHWELLEN-AUDIOGRAMME
DER KONTROLLPERSONEN (LUFTLEITUNG)



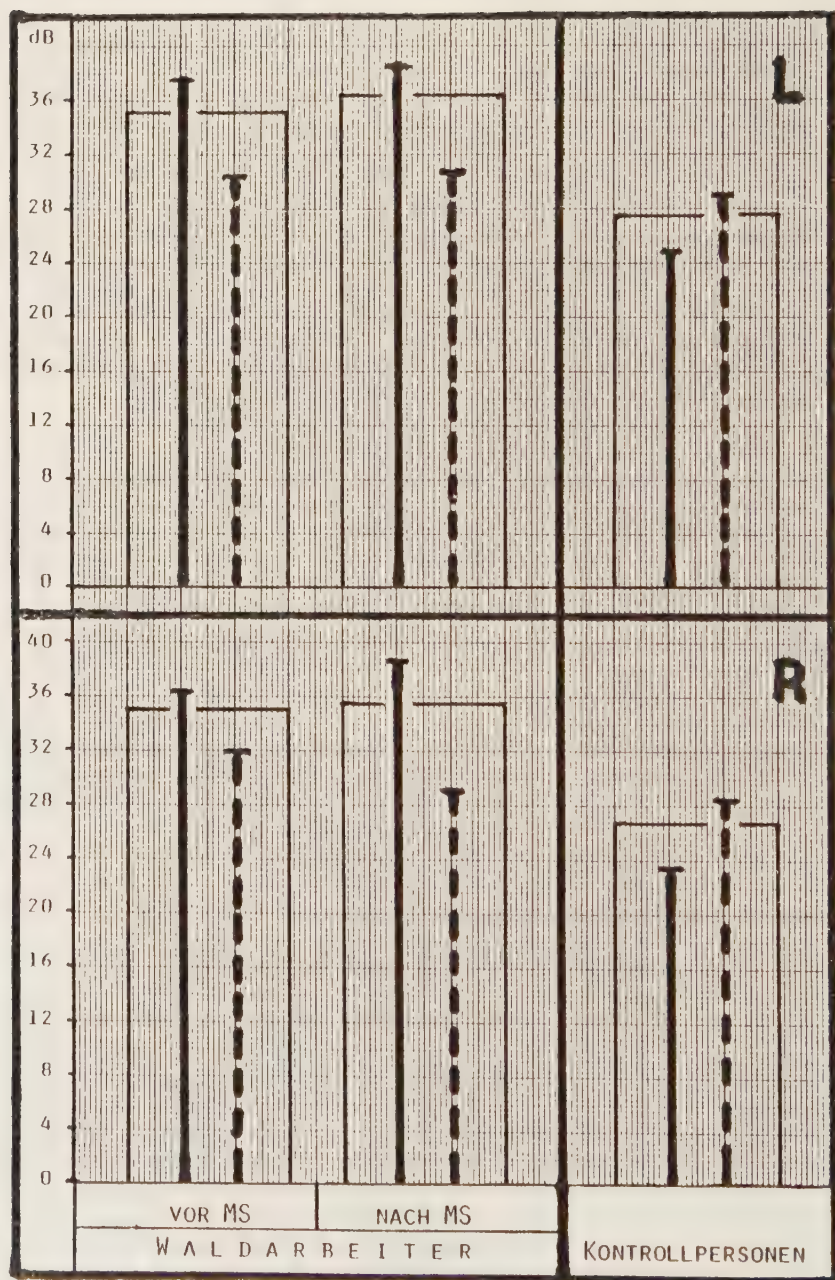


ABB.33 : HÖRVERLUST BEI WALDARBEITERN (VOR UND NACH MS)
UND BEI KONTROLLPERSONEN (MITTELWERTE IN DB
BEI 4000 HZ). GESAMTGRUPPE; GESUNDE; KRANKE.

Eine aufschlußreiche Betrachtung gestatten die durch Alterskorrektur berichtigten Daten. Mit Hilfe des Korrekturdiagramms (Abb. 34) nach JANSEN wurden die 4000 Hz-Werte "altersbereinigt", d.h. von den erfahrungsgemäß altersphysiologisch bzw. alterstypisch eintretenden Hörminderungen befreit, so daß Werte resultieren, die im wesentlichen einer zusätzlichen Lärmschädigung angelastet werden können. Die Tab. 16 bringt die entsprechenden gruppenweisen Berechnungen, die in Abb. 35 graphisch dargestellt sind.

Die Alterskorrektur hat die absoluten Hörverluste um durchschnittlich 30 dB verringert und gleichzeitig so weit nivelliert, daß nunmehr Spannen von nicht mehr als 10 dB zum Vergleich gelangen. Durch die Alterskorrektur wird jetzt ganz besonders deutlich,

- daß die Waldarbeiter, insbesondere die "gesunden", ein deutlich schlechteres Hörvermögen bei 4000 Hz haben als die Kontrollpersonen (die Differenz zwischen den "gesunden" KP und WA beträgt 6-8 dB, den "kranken" KP und WA 4-7 dB)
- daß die "gesunden" Waldarbeiter schlechter hören als die "kranken" (nach MS sind es 4-6 dB Unterschied)
- daß die Kontrollpersonen insgesamt um 1-2 dB unter der Null-Linie liegen (ein negativer Hörverlust bedeutet einen Hörgewinn), was praktisch einem normalen jugendlichen Hörvermögen entspricht und die Brauchbarkeit der Alterskorrektur bestätigt.

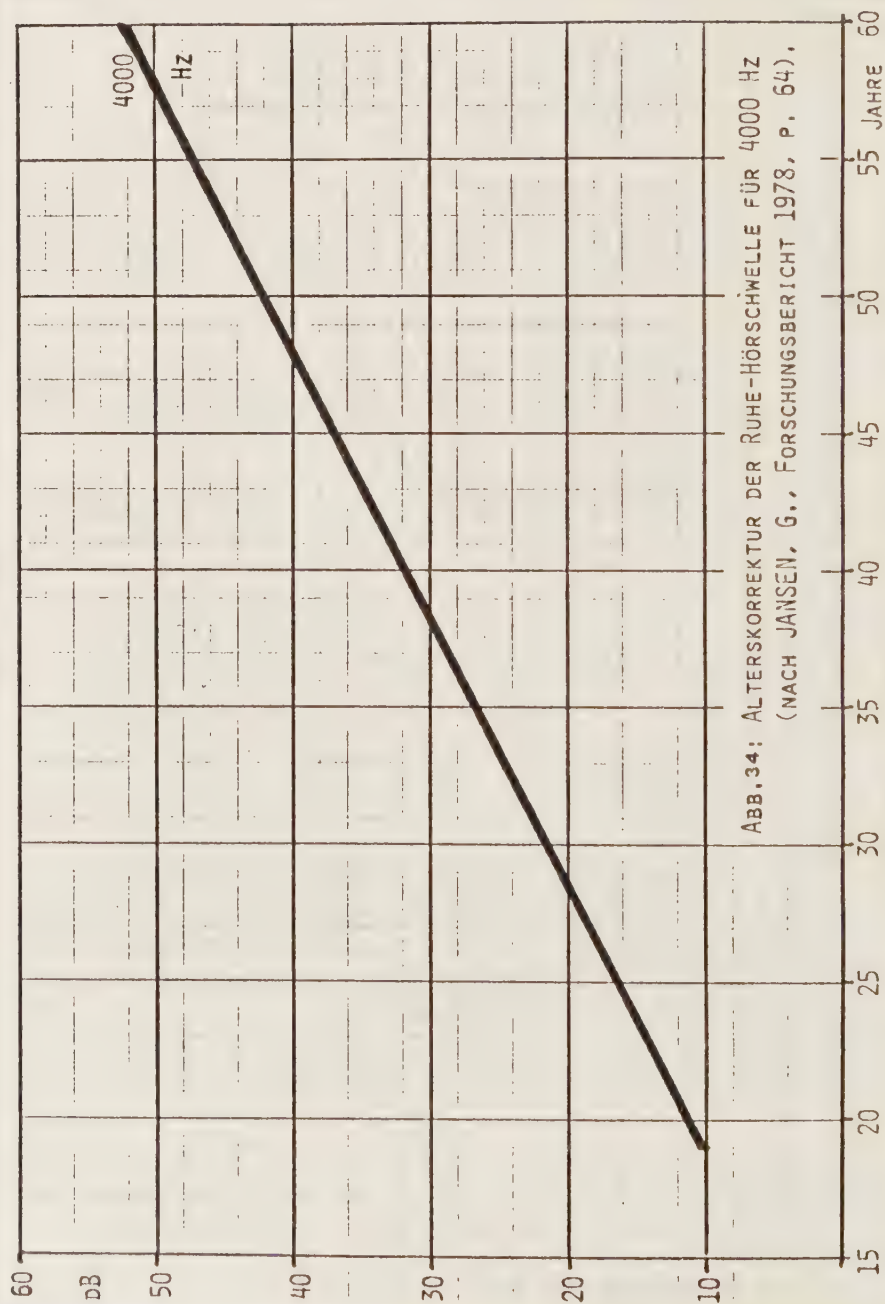


ABB. 34: ALTERSKORREKTUR DER RUHE-HÖRSCHWELLE FÜR 4000 HZ
(NACH JANSEN, G., FORSCHUNGSBERICHT 1978, P. 64).

Mittel- werte	Waldarbeiter						Kontroll- personen		
	vor MS			nach MS					
	1-28 n=2 ⁺	Ges. n=18 ⁺	Kra. n=9	1-28 n=27 ⁺	Ges. n=18 ⁺	Kra. n=9	1-28 n=28	Ges. n=10	Kra. n=18
Alter	39,3	40,0	36,9	39,3	40,0	36,9	36,9	33,0	39,1
Hörverlust links	35,0	37,4	30,2	36,2	38,8	30,8	27,7	24,8	29,3
Hörverlust rechts	35,0	36,5	32,1	35,5	38,7	29,1	26,6	23,5	28,3
Alterskorrektur	31,0	32,0	28,0	31,0	32,0	28,0	28,5	25,0	31,0
Hörverlust korr. li	4,0	5,4	2,2	5,2	6,8	2,8	-0,8	-0,2	-1,7
Hörverlust korr. re	4,0	4,5	4,1	4,5	6,7	1,1	-1,9	-1,5	-2,7
+) ohne Waldarbeiter Nr. 13, der ein Hörgerät trägt									

Tab.16: HÖRVERLUST nach ALTERSKORREKTUR

(Mittelwerte in dB bei 4000 Hz) bei Waldarbeitern (vor und nach
Motorsägenarbeit) und bei den Kontrollpersonen des Vorversuchs

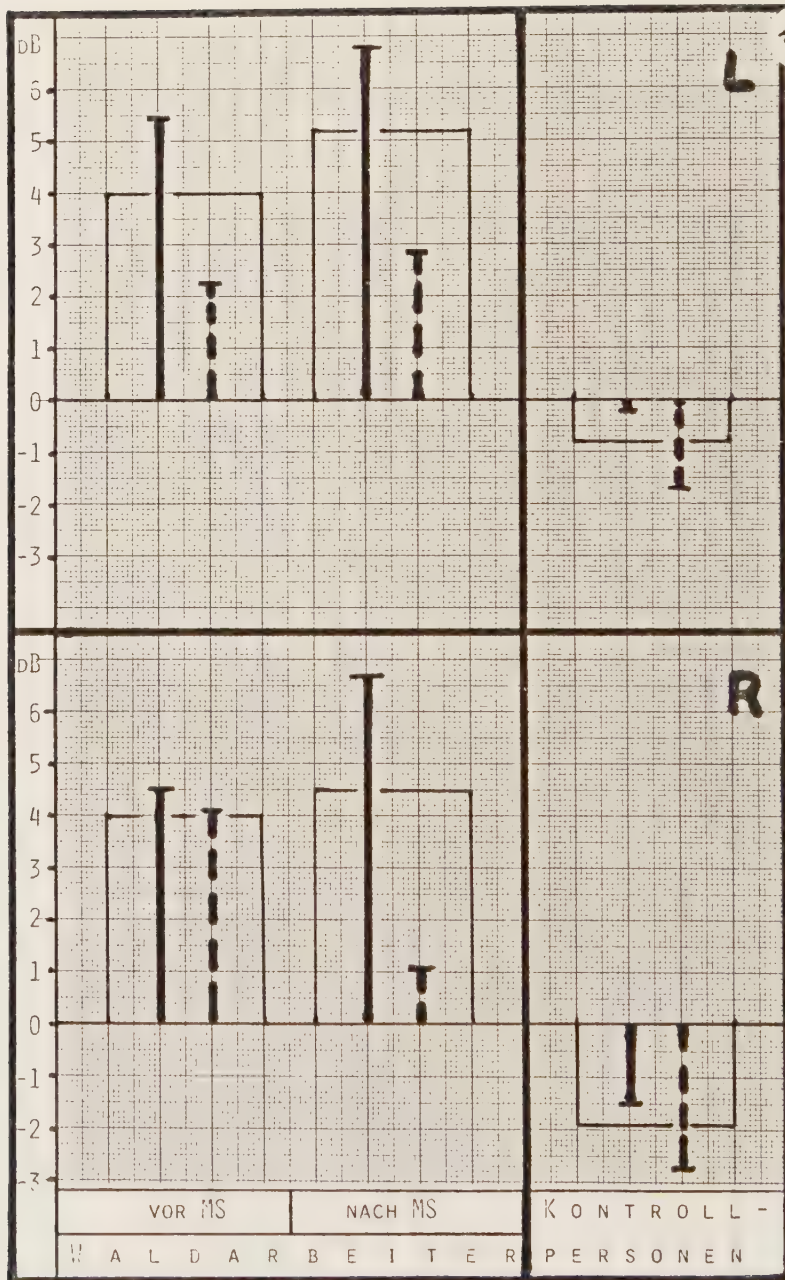


Abb. 35: Hörverlust nach Alterskorrektur (Mittelwerte in dB bei 4000 Hz) bei Waldarbeitern (vor und nach Motorsägearbeit) und bei den Kontrollpersonen des Vorversuchs. Gesamtgruppe; Gesunde; Kranke.

C. DISCUSSION

Diskussion

Seit Ende der 50er Jahre arbeiten die Waldarbeiter in aller Welt mit der Motorkettensäge. Viele vorher mit der Axt ausgeführten Arbeiten werden dadurch zeitsparend und effektiver bewerkstelligt. Doch hat die tägliche Handhabung dieses Vibrationsgerätes auch Krankheitsrisiken mit sich gebracht, unter denen besonders die Auswirkungen der Lärm- und Vibrationsbelastung arbeitsmedizinische Bedeutung erlangt haben. Ende der 60er Jahre wurden die Motorsägen mit Antivibrations(AV)-Griffen ausgestattet, die die Vibrationsbelastung des Motorsägenführers beim Sägen auf etwa ein Drittel senken. Schon ein paar Jahre später zeigte sich die positive Auswirkung der AV-Sägen, über die u.a. TAYLOR (50) und PYYKKÖ (44) berichten.

Ein anfallsweises Taubwerden mit Weißfärbung der Finger, hauptsächlich bei kaltem und feuchtem Wetter, oft morgens oder bei der Arbeit auftretend, wurde im Hinblick auf die vermutete auslösende Ursache als "Traumatic Vasospastic Disease" (43) oder auch "Vibration Induced White Fingers" (49) bezeichnet. Bei uns hat sich der von KLOSTERKÖTTER (29) geprägte Begriff "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" (VVS) eingebürgert, im Volksmund als "Weißfinger-Krankheit". In der Bundesrepublik Deutschland wurde die Vibrationserkrankung erst 1977 unter der Nr. 2104 zur eigenständigen Berufskrankheit erklärt.

Zur Pathogenese der vibrationsbedingten Gefäßreaktionen sind eine Reihe von Hypothesen aufgestellt worden wie beispielsweise eine erhöhte Thrombosierungstendenz durch die Viskositätszunahme des Blutes (53), ein erhöhter intravasaler Druck durch wiederholte Gefäßspasmen, der die Ausbildung arteriovenöser Anastomosen begünstigt (31).

irreversible Gefäßverschlüsse infolge wiederholter myogener Gefäßreaktionen (10), ein Elastizitätsverlust der Gefäße als Folge einer Hypertrophie und Fibrosierung der Gefäßwandmuskulatur (2), Elastizitätsverlust der Kapillaren aufgrund von Kallusablagerungen in Kutis und Subkutis der Hand (48) und eine ständige Überreizung der vorwiegend in der Subkutis gelegenen Vater Pacinischen Körperchen mit der Folge einer Überaktivierung des sympathischen Nervensystems (21).

Die ersten Untersuchungen beschränkten sich auf Fragebogenaktionen. Da Kälte ein wesentlicher auslösender Faktor ist, lag es nahe, die vasospastischen Attacken zum Zwecke der Diagnose durch Kälte zu provozieren. Es wurden viele verschiedene Methoden angewandt (45, 19, 4, 40, 35, 42, 25). Von der Überlegung ausgehend, daß auch Vibrationen und Lärm an der Entstehung eines VVS oder zumindest an der Auslösung vasospastischer Attacken beteiligt sind, wurden zur Diagnose auch Vibrationsempfindlichkeits-Tests und die Audiometrie eingesetzt (42, 30, 45).

Um die Auswirkungen von Kälte, Vibrationen und Lärm im unmittelbaren Zusammenhang mit der Motorsägenarbeit erfassen zu können, wurden die in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen am Arbeitsplatz im Wald durchgeführt. Untersucht wurden die Wiedererwärmung der Finger nach Kälte-Provokation, die Vibrationsempfindungsschwelle und der Hörverlust. Zusätzlich erfolgte eine medizinische Untersuchung und Anamnese sowie eine berufsspezifische Exploration mit Hilfe eines Fragebogens. Die Prüfungen wurden in einem mobilen Untersuchungslabor durchgeführt, das jeden Morgen zu der jeweiligen Arbeitsstelle im Wald gefahren werden konnte.

Das Ziel der Untersuchung war es, ein möglichst einfaches und objektives Verfahren zu entwickeln und zu erproben, mit dem es möglich ist, das Vibrationsbedingte Vasospastische Syndrom mit ausreichender Zuverlässigkeit zu diagnostizieren oder eine entsprechende Disposition zu erkennen, damit vorbeugende Maßnahmen eingeleitet werden können.

Neben der Fingerverschluß-Plethysmographie ist es die nach Kälteprovokation gemessene Wiedererwärmung der Finger, die objektiv und zuverlässig Auskunft über organische oder funktionelle Durchblutungsstörungen geben kann. Erfahrungen liegen u.a. von PYYKKÖ (45), HELLSTRÖM (19), CHANG (4), MATOBA (38), KAKOSY (27), LAROCHE (35), PELMEAR (42), GORSKI (11) vor. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Kälte-Provokations-Test mit anschließender Messung der Finger-Wiedererwärmung als objektives Diagnostikum eingesetzt. Es wurden deshalb die so gewonnenen Ergebnisse, insbesondere die Einstufung eines Fingers als in Bezug auf seine Wiedererwärmung "normal" oder "pathologisch" allen weiteren Untersuchungsbefunden, auch den anamnestisch ermittelten Befunden, vorangestellt: ein Proband wurde also nicht nach seinen aus der Erinnerung gemachten Angaben über selten, gelegentlich oder oft unter den verschiedensten Umständen auftretende Symptome eines Taubheitsgefühls oder Weißwerdens seiner Finger als VVS-Kranker eingestuft, sondern nach dem exakt meßbaren Verhalten der Fingertemperatur nach einer genormten Kälteexposition. Es galt, ein jederzeit wiederholbares Standard-Schema zu erarbeiten, das reproduzierbare Meßdaten liefert. Hierzu wurden die Fingertemperaturmessungen unter verschiedenen Bedingungen - an Waldarbeitern vor Beginn der Arbeit und unmittelbar nach einstündiger Arbeit mit der Motorsäge sowie an Kontrollpersonen verschiedener Berufe mit einem vergleichbaren Altersdurchschnitt - vorgenommen.

Schon bei der Messung der Ausgangstemperaturen ergaben sich Streuungen sowohl bei den Fingern einer Hand als auch zwischen den Probanden. Diese waren am größten bei den Waldarbeitern vor der Arbeit und den Kontrollpersonen, jedoch nur sehr gering bei den Waldarbeitern nach der Motorsägenarbeit, die infolge der Kreislaufbelastung gleichmäßig durchwärmt waren. Diese Beobachtung führte zu der Entscheidung, ausschließlich die nach Motorsägenarbeit gewonnenen Ausgangstemperaturen als Basis für die weiteren Berechnungen zu verwenden. Beim anschließenden Kälte-Provokations-Test bewährte sich das gleichzeitige Eintauchen beider Hände bis über das Handgelenk für die Dauer von genau 5 Minuten in Wasser von $+10^{\circ}\text{C}$. Es wurde von allen Probanden komplikationslos toleriert und führte zu einer Senkung der Fingerkuppentemperaturen um mindestens 10°C . Die darauf folgenden kontinuierlichen Temperaturmessungen an den Kuppen aller Finger - die Messung nur einzelner Finger, wie es häufig beschrieben wird, kann zu falschen Ergebnissen führen, da häufig nicht alle Finger gleichermaßen pathologisch reagieren - zeigte nach 10 - 15 Minuten die größten Unterschiede zwischen schnell und langsam ansteigenden Temperaturen, was auch von GORSKI (11) in gleicher Weise beobachtet wurde. Aufgrund dieser Feststellung bot es sich an, die 15-Minuten-Temperatur jedes einzelnen Fingers in % von seiner Ausgangstemperatur zur Entscheidung über eine "normale" (mindestens 90 %) oder eine "pathologische" Wiedererwärmung heranzuziehen. Daraufhin konnten die Probanden, bei denen mindestens ein Finger einer Hand die 90 %-Grenze nicht erreichte, als "krank", die übrigen als "gesund" im Sinne des Wiedererwärmungsverhaltens ihrer Finger eingestuft werden. Auf diese Weise kamen 9 der 28 Waldarbeiter (= 32 %) in die Gruppe der "kranken".

Die "gesunden" Finger der Waldarbeiter erreichten durchschnittlich 96 %, die "kranken" 78 %, das entspricht Ergebnissen, wie sie von GORSKI (11) genannt werden. Am häufigsten betroffen waren die Finger II - V der linken und I - III der rechten Hand, allerdings mit nur geringem Abstand von den übrigen Fingern.

Die Kontrollpersonen des Vorversuchs waren keiner Kreislaufbelastung unterzogen worden und wiesen stark streuende Ausgangstemperaturen auf. Von ihnen mußten nach denselben Bewertungskriterien 18 von 28 (= 64 %) als "krank" eingestuft werden. Hier war der durchschnittliche Wiedererwärmungsgrad der "gesunden" Finger wie bei den Waldarbeitern 96 % und geringfügig weniger, nämlich 75 %, bei den "kranken" Fingern. Aus diesen Feststellungen wird die Empfehlung abgeleitet, einem Kälte-Provokations-Test mit anschließender Messung der Wiedererwärmung der Finger grundsätzlich eine normierte Kreislaufbelastung, z.B. mit Hilfe des Fahrrad-Ergometers, vorangehen zu lassen.

Als Screening Methode zur schnellen Ermittlung unterschiedlicher Fingererwärmung erwies sich die Thermographie mit Hilfe von Flüssigkristall-Platten als zuverlässig und brauchbar. Sie ist zwar wegen geringer Genauigkeit der Temperaturanzeige - mit ausreichender Sicherheit lassen sich Temperaturunterschiede von 1 - 2°C erkennen - nicht für Temperaturmessungen geeignet, erlaubt jedoch eine sichere Unterscheidung zwischen "normalen" und "pathologischen" Temperaturverläufen. Die hier angewendete Methode

der Flüssigkristall-Thermographie mit photographischer Dokumentation hat zweifellos Vorteile gegenüber der sonst üblicherweise durchgeführten Infrarot-Thermographie (37, 6, 38), da sie apparativ weniger aufwendig und billiger ist. Empfohlen wird allerdings, statt der Kleinbild-Kamera eine Sofortbild-Kamera einzusetzen, da deren Papier-Farbbilder innerhalb weniger Sekunden verfügbar sind und noch während der Untersuchung überprüft und bei Mißlingen wiederholt werden können.

Während ein Vergleich der Waldarbeiter mit den Kontrollpersonen in Bezug auf die Wiedererwärmung der Finger wegen unterschiedlicher Untersuchungsbedingungen nicht vorgesehen war, ist ein Vergleich der Ergebnisse der medizinischen Untersuchung und Anamnese sehr aufschlußreich. Altersmäßig bieten beide Gruppen mit $39,3 \pm 10,3$ Jahren (WA) und $36,9 \pm 10,9$ Jahren (KP) in etwa die gleichen Voraussetzungen für die Altersverteilung von Risikofaktoren, Beschwerden und Krankheiten. Trotzdem kommen Übergewicht, Hypertonie, starkes Rauchen, Atemwegserkrankungen, Magenleiden und insbesondere Kopfschmerzen, Herz- und Kreislauferkrankungen, Gelenkschäden und Rückenschmerzen bei den Waldarbeitern eindeutig häufiger vor. Vergleicht man diese Befunde bei den "gesunden" und "kranken" Waldarbeitern miteinander, so waren starkes Rauchen, Gelenkschäden und Rückenschmerzen häufiger unter den "kranken" zu finden, jedoch Übergewicht, Herz- und Kreislauferkrankungen und vor allem Magenleiden häufiger bei den "gesunden". Nur geringe Unterschiede wiesen Hypertonie, Kopfschmerzen und Atemwegserkrankungen auf. Wenn Korrelationen zwischen neurotischen Verhaltensmustern und der Raynaud-Erkrankung diskutiert werden (HEIDRICH 17), so scheint das für die Normal-Population, in dieser Untersuchung durch die Kontrollpersonen repräsentiert, zuzutreffen, Magenleiden wurden von den "kranken" Kontrollpersonen dreimal häufiger genannt als von den "gesunden", jedoch nicht für die Waldarbeiter!

Diese Befunde scheinen auf einen Unterschied zwischen der vasospastischen Disposition der Raynaud-Kranken und der durch Vibration entstandenen vasospastischen Reagibilität der Waldarbeiter hinzuweisen.

Ein Teil der in diesem Abschnitt besprochenen Daten entstammt dem "Fragebogen zur Untersuchung von Waldarbeitern", der trotz seiner 18 Seiten Umfang und rund 100 Fragen von den Probanden vollständig und zuverlässig ausgefüllt worden war. Nachfolgend sollen diejenigen Fragen des Anamnesebogens besprochen werden, die ausschließlich auf die Arbeitsbedingungen der Waldarbeiter und deren Einstellung zur Arbeit sowie deren auf das Vibrationsbedingte Vasospastische Syndrom hinweisenden Beschwerden zugeschnitten sind. Dieser Teil war von den Kontrollpersonen nicht zu beantworten gewesen.

Trotz gleicher Dauer der Arbeit mit der Motorsäge (durchschnittlich 11 Jahre) und gleicher jährlicher Arbeitszeit (2/3 der Waldarbeiter hatten mindestens 700 Stunden im Jahr mit der Motorsäge gearbeitet) sowie nahezu gleicher Expositionszeit durch Motorsägen ohne Vibrationsdämpfung an den Griffen unterschieden sich die "kranken" von den "gesunden" Waldarbeitern dadurch, daß sie das Gewicht der Motorsäge, deren Abgase und die Körperhaltung beim Sägen häufiger als störend angaben, so, wie sie auch häufiger über Kopfschmerzen, Atemwegserkrankungen, Gelenkschäden und Rückenschmerzen geklagt hatten.

Die "kranken" Waldarbeiter empfanden dagegen Nässe nicht so oft als unangenehm und auch die Arbeit weniger oft als Streß. Weit häufiger als ihre "gesunden" Kollegen hatten sie an sich gelegentlich eine Weißfärbung der Finger (44 % : 16 %) festgestellt; auch über Taubheitsgefühl in den Fingern klagten 7 von 9 "kranken" gegenüber 13 von 19 "gesunden" (78 % : 68 %). Die von den "kranken" Waldarbeitern am häufigsten von Mißempfindungen (Taubheit und Weißfärbung) betroffenen Finger waren II und III an der rechten Hand mit 5-6maliger Nennung, allerdings direkt gefolgt von fast allen anderen Fingern mit je 4maliger Angabe. Ein Vergleich mit der durch die Wiedererwärmung ermittelten Häufigkeitsverteilung sagt wegen der dort ebenfalls geringfügigen Unterschiede und der kleinen Gesamtzahl der "kranken" Waldarbeiter wenig aus. Da die Angaben über die anamnestisch ermittelten Häufigkeitsverteilungen auch in der Literatur sich widersprechen (8, 18, 27, 45), sollten die Angaben über derart stark subjektiv beeinflusste Empfindungen kritisch gesehen werden. Es verdient jedoch festzuhalten, daß bis auf den ohnehin zweifelhaft VVS-kranken Waldarbeiter Nr. 8 alle übrigen "Kranken" ein Taubheitsgefühl und/oder Weißfärbung der Finger angegeben hatten. Insgesamt brachte der Waldarbeiter-Fragebogen eine Fülle weiterer Ergebnisse, deren Erörterung jedoch über den Rahmen dieser Untersuchung hinausgeht.

Die Vibrationsschwellenmessung (Tab. 14-15), die bei jedem Waldarbeiter 4mal (vor und nach Motorsägenarbeit und jeweils vor dem Kälte-Provokations-Test und hinterher), bei den Kontrollpersonen 2mal durchgeführt wurde, brachte die grundsätzlichen Feststellungen, daß die Empfindlichkeit gegenüber Vibrationen nach dem Kälte-Provokations-Test bei den Waldarbeitern und den Kontrollpersonen größer (Vibrationsschwelle niedriger) war als vorher; ferner, daß die Finger der Waldarbeiter nach der Motorsägenarbeit deutlich weniger empfindlich reagierten, und zwar um 40 % (beim Vergleich der

Vor-KPT-Messungen) und um 26 % (beim Vergleich der Nach-KPT-Messungen) gegenüber vorher. Wichtig und möglicherweise aufschlußreich für die ätiologische Differenzierung dürfte die Feststellung sein, daß bei den Waldarbeitern die "kranken" deutlich empfindlicher auf Vibrationen reagieren als die "gesunden" und daß es bei den Kontrollpersonen genau umgekehrt ist. Möglicherweise besteht hier bei den "kranken" Waldarbeitern ein Zusammenhang zwischen ihrer Vibrationsempfindlichkeit und ihrer vibrationsbedingten vasospastischen Reagibilität, während die Vibration bei den Kontrollpersonen ätiologisch keine Rolle zu spielen scheint. Diese Befunde stehen im Gegensatz zu denen von KOTANI (30), der ebenfalls Motorsägenführer mit Kontrollpersonen vor und nach einem Kälte-Provokations-Test untersucht hat. Nur in der Feststellung besteht Übereinstimmung, daß die Vibrationsschwelle bei den Motorsägenführern höher lag als bei den Kontrollpersonen. Diese Beobachtung wird auch von PELMEAR, TAYLOR und PEARSON (42) getroffen, allerdings mit der Einschränkung, daß die Aussage wegen zu stark überlappender Einzelergebnisse zu ungenau sei. Die von KOTANI und der Arbeitsgruppe PELMEAR an anamnestisch diagnostizierten VVS-Kranken gefundenen höheren Vibrationsschwellen als bei gesunden Motorsägenführern konnte durch die eigenen, auf Einstufung der Probanden nach Wiedererwärmungskriterien beruhenden Korrelationen, nicht bestätigt werden. Die in dieser Untersuchung gefundenen Ergebnisse, daß die Vibrationskranken eine höhere Sensibilität gegenüber Vibrationen und wahrscheinlich auch Kälte aufweisen, könnte in einen Zusammenhang mit den von HYVÄRINEN und PYYKKÖ (21) angestellten Überlegungen gebracht werden, die eine Überreizung der Vater Pacinischen Körperchen in der Subkutis für vasospastische Reaktionen verantwortlich machen.

Der durch Audiometrie der Waldarbeiter ermittelte Hörverlust von durchschnittlich 35 dB bei 4000 Hz war vor und nach einstündiger Motorsägenarbeit praktisch gleich. Es ist anzunehmen, daß der Gehörschutz eine unmittelbare Auswirkung des Motorsägenlärms auf das Hörvermögen verhindert hat. Verglichen mit den Kontrollpersonen, die einen durchschnittlichen Hörverlust von 27 dB aufwiesen, hörten die Waldarbeiter als Gesamtgruppe um 8 dB schlechter. Daß es sich bei den Waldarbeitern um eine typische Lärmschwerhörigkeit handelt, ergibt sich aus den charakteristischen Verläufen der Hörkurven, die in der Mehrzahl der Fälle eine auffällige c⁵-Senke aufweisen. Interessant ist, daß sich auch hier, wie bereits bei den Vibrationsschwellen, eine reziproke Relation zeigt (Abb. 35): Die "kranken" Waldarbeiter reagieren nicht nur auf Vibrationen empfindlicher, haben also eine niedrigere Vibrationsschwelle, sondern sie hören auch besser als ihre "gesunden" Kollegen. Bei den Kontrollpersonen verhält es sich umgekehrt: Die "kranken" fühlen und hören schlechter als die "gesunden". Im Vergleich allerdings mit den "kranken" Waldarbeitern ist das Hörvermögen der Kontrollpersonen, die beruflich keiner dem Motorsägenlärm vergleichbaren Lärmbelastung ausgesetzt waren, immer noch besser. Im Gegensatz zu den Ergebnissen dieser Untersuchung fand PYYKKÖ (45) einen höheren Anteil an Hörverlusten bei den nach eigenen Angaben VVS-kranken Waldarbeitern als bei den gesunden. Daß Lärm Vasokonstrictionen auslöst, konnte auch er mit Hilfe von Fingerpulsamplitudenmessungen nachweisen (46), ebenso wie MATOBA (38, 39), HYVÄRINEN (21), DUPUIS (7) und JANSEN (26).

Anhand der in dieser Arbeit ermittelten Befunde stellt sich die Frage, wie die Vibrationserkrankung pathogenetisch erklärbar wird: ist der vasospastisch reagierende Waldarbeiter insgesamt sensibler sowohl in Bezug auf Vibrations- als auch Lärmempfindung, oder sind Vasospasmen durch verstärkt empfundene Lärm- und Vibrationseinwirkungen hervorgerufene Rückkoppelungsreaktionen?

Abschließend sollen die aus dieser Untersuchung gewonnenen Ergebnisse, Schlußfolgerungen und Empfehlungen zusammengefaßt werden:

Nach den gesammelten Erfahrungen ist der Kälte-Provokations-Test mit Messung der Fingertemperatur als diagnostisches Verfahren geeignet. Um die Ergebnisse vergleichbar zu machen, muß allerdings auch die Ausgangssituation, nämlich die Erwärmung der Finger v o r Durchführung der Kälteprovokation, standardisiert werden. Da sich eine normierte Kreislaufbelastung, die den gesamten Körper durchwärmt, als geeigneter erwies als nur der Aufenthalt in einem beheizten Raum, wird empfohlen, einem standardisierten Kälte-Provokations-Test eine normierte Kreislaufbelastung, z.B. mit Hilfe eines Fahrradergometers, vorzuschalten. Das Wasserbad von $+10^{\circ}\text{C}$ mit einer Expositionszeit der Hände im Wasser von 5 Minuten wurde von allen Probanden toleriert. Die umständliche und zeitraubende manuelle Fingertemperaturmessung, Eintragung und Umrechnung ließe sich durch ein automatisch anzeigendes und registrierendes Gerät erleichtern.

Zur Schnellkontrolle von Wiedererwärmungsanomalien der Finger hat sich die Flüssigkristall-Thermographie bewährt. Durch die Bilddokumentation des thermographischen Befundes können Durchblutungsstörungen der Finger frühzeitig erkannt und beobachtet werden. Hierfür ist eine Sofortbild-Kamera besonders gut geeignet, weil die Aufnahme noch während der Untersuchung überprüft und bei Mißlingen wiederholt werden kann. Für den endgültigen Nachweis oder Ausschluß eines Fingerarterienverschlusses ist jedoch nach wie vor eine Angiographie unumgänglich.

Auf die Vibrationsschwellenmessung kann zu diagnostischen Zwecken verzichtet werden, da sie zu wenig spezifisch ist. Für die Erforschung der Vibrations-Ätiologie ist sie zweifelsohne nützlich.

Die Tonschwellen-Audiometrie sollte durch die Messung der Knochenleitung ergänzt werden, um Innenohr- bzw. Schallempfindungsschwerhörigkeit exakt definieren zu können. Da die Arbeit mit der Motorsäge eine erhebliche Lärmbelastung für den Waldarbeiter mit sich bringt, ist eine ständige Kontrolle des Gehörs als Bestandteil einer Routineuntersuchung unerlässlich, als Screening-Methode zum Nachweis eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms jedoch nicht erforderlich.

Die berufsbezogene Befragung sowie medizinische Anamnese und Untersuchung wird und muß ein wesentlicher Bestandteil der Routineuntersuchung bzw. Diagnose eines Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms bleiben. Insbesondere die richtige Bewertung der anamnestischen Daten als Ergänzung der medizinisch und apparativ gewonnenen Befunde ist wesentlich für eine zuverlässige Diagnose.

Es wäre zu wünschen, daß diese an je 28 Waldarbeitern und Kontrollpersonen ermittelten Ergebnisse dazu anregen, sie an einer größeren Zahl von Probanden und mit verfeinerten Untersuchungsmethoden zu überprüfen und für die Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Waldarbeiter nutzbar zu machen.

D. ZUSAMMENFASSUNG

Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, in der Bundesrepublik Deutschland seit 1977 als entschädigungspflichtige Berufskrankheit anerkannt, treten auch bei Waldarbeitern auf, die mit der Motorkettensäge arbeiten. Die bei uns als "Vibrationsbedingtes Vasospastisches Syndrom" bezeichnete Krankheit tritt durch intermittierende, meist durch Kälte ausgelöste, vasospastische Attacken mit Taubheitsgefühl und Weißfärbung der Finger ("Weißfinger-Krankheit") in Erscheinung. Sie stellt bei den Betroffenen eine erhebliche Behinderung der Arbeit und im gesamten übrigen Lebensbereich dar.

Ziel dieser Studie war es, ein einfaches Verfahren zu entwickeln und zu erproben, mit dessen Hilfe das Vibrationsbedingte Vasospastische Syndrom bei Waldarbeitern nachgewiesen oder eine entsprechende Disposition erkannt werden kann. Zur Diagnose sollte einem Untersuchungsverfahren, das objektive und jederzeit reproduzierbare Daten liefert, der Vorzug gegeben werden vor den aus der Anamnese gewonnenen subjektiven Angaben des befragten Waldarbeiters.

Die für die 28 Waldarbeiter vorgesehenen Untersuchungsmethoden, die aus einem Kälte-Provokations-Test mit anschließender Messung der Wiedererwärmung aller Finger und thermographischer Kontrolle, einer Vibrationsschwellenmessung und einem Hörtest bestanden, wurden vorher an 28 Kontrollpersonen erprobt, die verschiedenen Berufen ohne eine mit den Waldarbeitern vergleichbare Vibrationsbelastung angehörten. Die Untersuchung der Waldarbeiter fand an dem jeweiligen Arbeitsplatz im Wald statt und wurde nach einer einstündigen Motorsägearbeit wiederholt. Zusätzlich wurden alle Probanden medizinisch untersucht und hatten einen berufsspezifischen Fragebogen auszufüllen.

Die Einstufung der Waldarbeiter in "gesund" oder "krank" wurde anhand der nach Kälte-Provokation (Eintauchen beider Hände für 5 Minuten in Wasser von 10°C) gemessenen Wiedererwärmung der Finger vorgenommen. Der markanteste Unterschied zwischen schneller und langsamer Wiedererwärmung zeigte sich nach 15 Minuten. Als "krank" wurde eingestuft, bei dem 15 Minuten nach Beendigung der Kälteprovokation mindestens ein Finger einer Hand 90% seiner Ausgangstemperatur nicht erreicht hatte. Nach diesen Kriterien wiesen 9 Waldarbeiter (=32,1%) pathologische Wiedererwärmungskurven auf. Verglichen mit den "gesunden" klagten sie häufiger über Taubheitsgefühl und Weißwerden der Finger, unter ihnen fanden sich mehr starke Raucher und häufiger Hypertonie, Kopfschmerzen, Atemwegserkrankungen, Gelenkschäden und Rückenschmerzen. Auch reagierten sie empfindlicher auf Vibrationen und wiesen ein besseres Hörvermögen auf als ihre "gesunden" Kollegen.

Für die objektive Diagnose des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms wird die nach normierter Kreislaufbelastung und standardisiertem Kälte-Provokations-Test gemessene Wiedererwärmung der Fingertemperatur in Verbindung mit einer berufsspezifischen Anamnese empfohlen. Als eine brauchbare Schnellkontrolle anomaler Fingererwärmung erwies sich die Flüssigkristall-Thermographie, die sich auch zur photographischen Dokumentation eignet. Die Audiometrie sollte wegen des häufigen Auftretens einer Lärmschwerhörigkeit bei Waldarbeitern (in dieser Untersuchung wurde ein ausgeprägter Hörverlust bei der Hälfte der Probanden gefunden) genau so wie eine medizinische Untersuchung zu den Routinemaßnahmen der Gesundheitsvorsorge gehören. Die Vibrationsschwellenmessung dagegen erwies sich als zu wenig spezifisch für die Diagnose des Vibrationsbedingten Vasospastischen Syndroms.

E. LITERATUR

- 1 ALLINGHAM, P.M., FIRTH, R.D., Vibration Syndrome
N.Z.med.J. 76 (1972), 317-321
- 2 ASHE, W.F., COOK, W.T., OLD, J.W., Raynaud's Phenomenon
of Occupational Origin
Arch.environm.Hlth 5 (1962), 333-343
- 3 BARNES, R., LONGLEY, E.O., SMITH, A.R.B., ALLEN, J.G.,
Vibration Disease
Med.J.Aust., 1,18 (1969), 901-905
- 4 CHANG, Cheng-Po, Cold Water Immersion Test in Patients
with Vibration Disease
Jap.J.Ind.Health 18 (1976), 453-463
- 5 CHRISTOPHERS, A.J., Occupational Aspects of Raynaud's Disease
Med.J.Aust. 2 (1972), 730-733
- 6 CHUDACEK, Z., Thermography in Occupational Vasoneurosis
Acta Thermographica 2,3 (1977), 162-165
- 7 DUPUIS, H., WEICHENRIEDER, A., Beeinflussung der peripheren
Hautdurchblutung durch mechanische Schwingungen und Lärm
17. Jahrestagung Dtsch.Ges.f.Arbeitsmed., Kiel 5.-7. Mai 1977
Gentner Verlag Stuttgart 1977, 159-168
- 8 FUTATSUKA, M., Studies on Vibration Hazards due to Chain Saw
J.Kumamoto Med.Soc. 43 (1969), 467-469
- 9 FUTATSUKA, M., TAKAMATSU, M., GOTO, T., An Epidemiological
Study on Vibration Hazards among Workers at the State Forests
in Kyushu,
Jap.J.Ind.Health 18 (1976), 3
- 10 GAGOV, S., PETROV, L., NATSCHEV, Tsch., Untersuchungen über
die lokale Gefäßwirkung mechanischer Vibrationen an der
Katzenhinterextremität
Res.exp.Med. 157 (1972), 37-46
Springer Verlag 1972
- 11 GORSKI, P., FIBIGER, W., SIKORSKI, M., Anwendung der Thermo-
graphie in der Diagnostik des Vibrationssyndroms
Zbl.Arbeitsmed. 11 (1976), 235-239
- 12 GRIEFAHN, B., Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz
Umwelt (1980), Nr.3, 363-365

- 13 HEESE, B., Vibrationsbedingte Druchblutungsstörungen der Hände mit Fingerkuppennekrose bei einem Waldarbeiter
Arbeitsmed.Sozialmed.Präventivmed. 15 (1980), 44
- 14 HEIDRICH, H. (Hrsg.), Raynaud's Phenomenon,
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979
- 15 HEIDRICH, H., Raynaud's Syndrome - Analysis and Problems
in: Raynaud's Phenomenon, Hrsg. H. HEIDRICH
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979, p.15-17
- 16 HEIDRICH, H., Etiological Aspects of Raynaud's Syndromes
in: Raynaud's Phenomenon, Hrsg. H. HEIDRICH,
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979, p.155-157
- 17 HEIDRICH, H., WILKE-BURGER, H., MOLDENHAUER, U.,
Psychiatric Factors in Raynaud's Syndrome
in: Raynaud's Phenomenon, Hrsg. H. HEIDRICH,
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979, p. 185-187
- 18 HELLSTRÖM, B., LANGE ANDERSEN, K., Vibration Injuries in
Norwegian Forest Workers
Brit.J.industr.Med. 29 (1972), 255-263
- 19 HELLSTRÖM, B., INGER STENSVOLD, HALVORSRUD, J.R., VIK, T.,
Finger Blood Circulation in Forest Workers with Raynaud
Phenomenon of Occupational Origin
Int.Z.angew.Physiol. 29 (1970), 18-28
- 20 HORVATH, F., SZTANKAY, Cs., KAKOSSY, T., Angiographische
Untersuchungen vibrationsbedingter Gefäßveränderungen
Fortschr.Röntgenstr. 113 (1970), 164-169
- 21 HYVÄRINEN, J., PYYKKÖ, I., On The Etiological Mechanism
in the Traumatic Vasospastic Disease
Angiologia 7 (1974), 241-246
- 22 IWATA, H., KATAGIRI, Y., OHSHIMA, K., Skin Temperature
and Hyperaemia Time Measurement by Nail Press Procedure
in Detecting Abnormality of Dynamics of Peripheral
Circulation in the Vibration Disease
Jap.J.Ind.Health 16 (1974), 463-468
- 23 IWATA, H., Vibration Disease in Forestry Workers
8th Asian Conf.Occup.Health (1976), 268-271

- 24 JAMES, P.B., GALLOWAY, R.W., Arteriography of the Hand in Men Exposed to Vibration
in: Vibration White Finger in Industry, Hrsg. W.TAYLOR u. P.L. PELMEAR,
Academic Press London-NewYork-San Francisco 1975, p. 32-41
- 25 JANCIK, G., Beobachtungen zur Berufserkrankung Vibrations-schäden,
Arbeitsmed.Sozialmed.Präventivmed. 7 (1978), 150-152
- 26 JANSEN, G., GROS, E., Untersuchungen zur Wertigkeit des Lärms zu anderen Belastungsfaktoren am Arbeitsplatz,
Forschungsbericht 1978 (Manuskript)
- 27 KAKOSY, T., SZEPESEI, L., Effects of Vibration Exposure on the Localization of Raynaud's Phenomenon in Chain Saw Operators
Work.enviroinm.-hlth 10 (1973), 134-139
- 28 KAPPERT, A., Lehrbuch und Atlas der Angiologie,
10. Aufl., Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien 1981, p.244
- 29 KLOSTERKÖTTER, W., Kriterien für vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen bei beruflichen Tätigkeiten
in: Ergonomische Aspekte der Arbeitsmedizin,
Gentner-Verlag Stuttgart 1975, p. 191-199
- 30 KOTANI, A., MIYATA, S., IWATA, H., Vibratory Sense Threshold of Chain-Saw Operators
Jap.J.Hyg.31 (1976), 583-588
- 31 LAARMANN, A., Berufskrankheit 2104 "Vibrationsschäden"
in: Berufskrankheiten nach mechanischen Einwirkungen, 2.Aufl., Enke-Verlag Stuttgart 1977, p. 76-83
- 32 LAITINEN, J., PURANEN, J., VUORINEN, P., Vibration Syndrome in Lumbermen (Working with Chain Saws)
J.occup.Med. 16 (1974), 552-556
- 33 LANGAUER-LEWOWICKA, Henryka, Immunologic Studies on the Pathogenesis of Raynaud's Phenomenon in Vibration Disease
Int.Arch.Occup.Enviroin.Hlth 36 (1976), 209-216

- 34 LANGERON, P., CROCCOL, L., The Concepts of Raynaud's Phenomenon
in: Raynaud's Phenomenon, Hrsg. H. HEIDRICH,
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979, p. 25-30
- 35 LAROCHE, G.P., Traumatic Vasospastic Disease in Chain-Saw
Operators
Cand.med.Ass.J. 115 (1976), 1217-1221
- 36 MAGOS, L., OKOS, G., Durch Vibrationsschäden verursachtes
Raynaudsches Syndrom
Acta med.Hung. 9/4 (1956), 321-334
- 37 MÄHRLEIN, W., KRAUSE, M., OESER, R., SELIG, R.,
Thermographische Untersuchungen vibrationsbedingter
peripherer Durchblutungsstörungen
Z.ges.inn.Med. 28 (1973), 686-689
- 38 MATOBA, T., NAKAMURA, J., NAGAE, J., KAMIMOTO, S.,
ITO, T., CHIBA, M., USHIJIMA, H., TOSHIMA, H.,
Clinical Application of Thermography to Patients
with Vibration Disease
Kurume med.J. 26 (1979), 295-301
- 39 MATOBA, T., KUSUMOTO, H., OMURA, H., KOTORII, T.,
KUWAHARA, H., TAKAMATSU, M., Digital Plethysmographic
Responses to Auditory Stimuli in Patients with Vibration Disease
Tohoku J.exp.Med. 115 (1975), 385-392
- 40 MATOBA, T., KUSUMOTO, H., MIZUKI, Y., KUWAHARA, H.,
INANAGA, K., TAKAMATSU, M., Clinical Features and
Laboratory Findings of Vibration Disease: A Review of
300 Cases
Tohoku J.exp.Med. 123 (1977), 57-65
- 41 MIURA, T., Historical Review of Vibration Syndrome due to
Vibrating Tools in Japan from 1950's to 1960's
J.Science of Labour 51 (1975), 459-478
- 42 PELMEAR, P.L., TAYLOR, W., PEARSON, I.C.G., Clinical Objective
Tests for Vibration White Finger
in: Vibration White Finger in Industry, Hrsg. W. TAYLOR u.
P.L. PELMEAR,
Academic Press London-New York-San Francisco 1975, p. 53-81

- 43 PYYKKÖ, I., HYVÄRINEN, J., The physiological Basis of the Traumatic Vasospastic Disease: a Sympathetic Vasoconstrictor Reflex Triggered by High Frequency Vibration?
Work-environm-hlth 10 (1973), 36-47
- 44 PYYKKÖ, I., SAIRANEN, E., KORHONEN, O., FÄRKKILÄ, M., HYVÄRINEN, J., A Decrease in the Prevalence and Severity of Vibration-Induced White Fingers among Lumberjacks in Finland
Scand.J.Work Environm.Hlth 4 (1978), 246-254
- 45 PYYKKÖ, I., The Prevalence and Symptoms of Traumatic Vasospastic Disease among Lumberjacks in Finland, A Field Study
Work-environm-hlth 11 (1974), 118-131
- 46 PYYKKÖ, I., A Physiological Study of the Vasoconstrictor Reflex in Traumatic Vasospastic Disease
Work-environm-hlth 11 (1974), 170-186
- 47 SIVERTSSON, R., LJUNG, B., Vibration-Induced Changes in Vascular Tone
Acta Chir.Scand. (Suppl) 465 (1976), 20-22
- 48 STEWART A.M. GODA D.F., Vibration Syndrome
Brit.J.industr.Med. 27 (1970), 19-27
- 49 TAYLOR, W., Introduction
in: Vibration White Finger in Industry, Hrsg. W.TAYLOR u. P.L. PELMEAR,
Academic Press London-New York-San Francisco 1975, p.XVII-XXII
- 50 TAYLOR, W., PELMEAR, P.L., PEARSON, I.C.G., A Longitudinal Study of Raynaud's Phenomenon in Chain Saw Operators
in: Vibration White Finger in Industry, Hrsg. W.TAYLOR und P.L. PELMEAR,
Academic Press London- New York-San Francisco 1975, p. 15-20
- 51 THULESIUS, O., Pathophysiological Aspects of Raynaud's Syndrome
in: Raynaud's Phenomenon, Hrsg. H. HEIDRICH,
TM-Verlag Bad Oeynhausen 1979, p. 45-51

- 52 TOMINAGA, Y., A Follow-up Study on the Onset of Vibration Hazards Affecting Forestry Workers, Journ.hum.Ergology 4 (1975), 77-78
- 53 WALTON, K.W., The Pathology of Raynaud's Phenomenon of Occupational Origin
in: The Vibration Syndrome, Hrsg. W. TAYLOR,
Academic Press London-New York 1974, p. 109-119
- 54 Vibrationsbedingte Durchblutungsstörungen an den Händen, die zur Unterlassung aller Tätigkeiten gezwungen haben, die für die Entstehung, die Verschlimmerung oder das Wiederaufleben der Krankheit ursächlich waren oder sein können;
In: Berufskrankheiten 6. Aufl., R. WAGNER u. G. ZERLETT (Hrsg.)
Verlag W. Kohlhammer 1979, 3.Lfg., Merkblatt C1 2104

F. ANLAGE

F R A G E B O G E N

zur

Untersuchung von Waldarbeitern

Schwerpunkt: Vibrationsbedingtes
Vasospastisches Syndrom

Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
der Universität Mainz
Elisabeth Woelke-Seidl

Sind Sie beschäftigt

beim Staat

bei der Gemeinde

privat

als

Stammarbeiter

--

regelmäßig beschäftigter Waldarbeiter

unständig beschäftigter Waldarbeiter

In welchem Forstbetrieb sind Sie tätig?

Im Forstbetrieb

Wie werden Sie bei der Holzerntearbeit vorwiegend vergütet?

Im Akkordlohn

--

Im Zeitlohn

Seit wann arbeiten Sie mit der Motorsäge? seit 19 ...

Mit welchen Modellen haben Sie bis jetzt gearbeitet?

Modell

.....von.....bis.....
.....von.....bis.....
.....von.....bis.....
.....von.....bis.....
.....von.....bis.....
.....von.....bis.....

(Falls der Platz nicht ausreicht, bitte
Rückseite verwenden!)

Seit wann arbeiten Sie mit einer vibrationsgedämpften
Säge?
seit 19.....

Verwenden Sie seither ausschließlich mit AV-Griffen aus-
gestattete Sägen?

nein ☐
ja ☐

Haben Sie schon mit Motorsägen gearbeitet, die mit Griff-
heizung ausgestattet sind?

nein ☐
ja ☐

Wenn ja, wie empfinden Sie die
Griffheizung?

angenehm ☐
merke keinen großen Unterschied ☐

Ist die Motorsäge

Ihr Eigentum ☐
Gemeinschaftseigentum ☐
vom Arbeitgeber gestellt ☐

Haben Sie einen Motorsägenlehrgang besucht? ☐ nein
☐ ja

Sind Sie Waldfacharbeiter bzw. Forstwirt? ☐ nein
☐ ja

Mit wieviel Mann arbeiten Sie gewöhnlich im Holzeinschlag?
Mit einer Rotte von Mann

Wieviel % Ihrer Arbeitszeit arbeiten Sie in der Holzernte
im

Januar	%	Mai	%	September	%
Februar	%	Juni	%	Oktober	%
März	%	Juli	%	November	%
April	%	August	%	Dezember	%

Wieviel % Ihrer Arbeitszeit arbeiten Sie im

Nadelholz%

Laubholz %

Wieviele Stunden arbeiten Sie bei der Holzernte mit der
Motorsäge?

täglich ca.Stunden

Wieviele Tage pro Jahr arbeiten Sie Ihrer Meinung nach
mit der Motorsäge?

ca.Tage pro Jahr

Wie oft machen Sie (z.B. Zigaretten-) Pause?

ca. mal pro Tag

jeweils ca. Minuten

Wie lange machen Sie

Frühstückspause ca.Minuten

Mittagspause ca.Minuten

Wo verbringen Sie vorwiegend Ihre Essenspausen?

Am Arbeitsplatz im Freien

In der Schutzhütte

Im Auto

Nehmen Sie am Arbeitsplatz eine warme Mahlzeit zu sich?

Ja, zum Frühstück

Ja, zum Mittagessen

Ja, manchmal

nie

Wie kommen Sie zur Arbeit?

zu Fuß

mit dem Fahrrad

mit dem Motorrad/Moped

mit dem Auto

Wie empfinden Sie beim Arbeiten mit der Motorsäge die
Belästigung durch

	sehr störend	erträglich	gar nicht
Lärm	<input type="range"/>		
Vibrationen	<input type="range"/>		
Abgase	<input type="range"/>		
Gewicht	<input type="range"/>		
Temperatur der Handgriffe	<input type="range"/>		
Körperhaltung	<input type="range"/>		
Konstruktion der Griffe	<input type="range"/>		
sonstige Belästigungen			

Wie hoch schätzen Sie das Unfallrisiko Ihrer Arbeit ein?

sehr hoch	mäßig	niedrig
<input type="range"/>		

Hatten Sie bereits einen Unfall mit der Motorsäge? ☐ nein
☐ ja

Haben Sie das Gefühl, daß die Schwingungen der Motorsäge
direkt in die Hand eindringen?

☐	nein
☐	ja
☐	weiß nicht

Wann empfinden Sie die Schwingungen als unangenehmer?

im Leerlauf	☐
beim Sägen selbst	☐

und wo?

in der linken Hand	☐
in der rechten Hand	☐

Empfinden Sie die Anordnung der Griffe als

optimal	☐
bequem	☐
unbequem	☐

Tragen Sie bei Ihrer Arbeit

	immer	manchmal	nie
Gehörschutz	☐	☐	☐
Gesichtsschutz	☐	☐	☐
Handschuhe	☐	☐	☐
Sicherheitsschuhe	☐	☐	☐
Schutzhelm	☐	☐	☐
Schutzanzug	☐	☐	☐

Wie empfinden Sie die klimatischen Bedingungen?

	sehr störend	unangenehm	stört nicht
Nässe	☐	☐	☐
Kälte	☐	☐	☐
Wärme	☐	☐	☐

Glauben Sie, daß die Arbeit mit der Motorsäge bei Ihnen Gesundheitsschäden verursacht hat?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja, (Mehrfachnennungen möglich)

Weißfingerkrankheit ☐

Gehörschädigung ☐

Gelenkschäden ☐

Bandscheibenschäden ☐

Magenkrankheit ☐

sonstige Schäden

Falls Sie eine dieser Schädigungen haben, ist von Ihnen ein Antrag auf Anerkennung als Berufskrankheit gestellt?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja, für welche Krankheit.....

Arbeitet oder hat jemand aus Ihrer Familie bereits im Wald gearbeitet?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja,

mein Vater ☐
mein Großvater ☐
mein Bruder ☐

.....

Wissen Sie, ob dieses Familienmitglied eine berufsbedingte Schädigung hat?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja, welche

Fühlen Sie sich durch die Arbeit im Wald "gestreßt"?

Wenn ja,

☐ nein
☐ ja

weil ich heute mehr Verant-
wortung habe ☐

weil ich die Arbeit heute für
gefährlicher halte ☐

weil ich unter Leistungsdruck stehe ☐

Leiden Sie manchmal an

Übelkeit

Erbrechen

Appetitlosigkeit

Völlegefühl

Haben Sie manchmal Magenbeschwerden?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja,

morgens vor der Arbeit

beim Anlassen der Motorsäge

Während des Motorsägens

abends nach der Arbeit

in der Pause

unterschiedlich

wenn ich unter Zeitdruck stehe ☐

Haben sich Ihre Magenbeschwerden seit Einführung des neuen Mischungsverhältnisses (Öl/Benzin) gebessert?

ja, bei 1:40 ☐

ja, bei 1:90 ☐

nein ☐

Wenn ja,

weil die Abgase weniger stören ☐

weil sich die Auspuffrichtung
gegenüber der früheren Maschine ☐
geändert hat

sonstiges

Ist Ihnen bekannt, ob jemand aus Ihrer Familie (auch weibliche Personen) an sog. "weißen Fingern" leidet?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja,

Haben Sie oft kalte Hände? ☐ nein
☐ ja

Haben Sie oft kalte Füße? ☐ nein
☐ ja

Frösteln Sie leicht? ☐ nein
☐ ja

Haben Sie manchmal ein taubes Gefühl in den Fingern? ☐ nein
☐ ja

Wenn ja, (Mehrfachnennung möglich)

nach langem Motorsägen ☐
vorwiegend in der Kälte ☐
nach längerem Stehen ☐
bei Kälte und Feuchtigkeit ☐
hauptsächlich morgens ☐

oft morgens nach der Frühstückspause ☐
hauptsächlich abends ☐
ganz unterschiedlich ☐

sonst bei.....

Werden Ihre Finger manchmal weiß? ☐

erst weiß, dann blau ☐
erst weiß, dann blau, dann rot ☐

Wenn ja, wie lange dauert es, bis Ihre Finger wieder warm sind?

unterschiedlich ☐
weniger als 1 Stunde ☐
mehr als 1 Stunde ☐

Haben Sie Schmerzen in den Fingern, wenn die Wärme wiederkehrt?

☐ ja
☐ nein

Werden Ihre Füße manchmal weiß? ☐ ja
☐ nein

Kündigt sich das Weißwerden Ihrer Finger vorher an?

Wenn ja, durch (Mehrfachnennung möglich!)

☐ nein
☐ ja

Kribbeln	☐
Kältegefühl	☐
Wärmegefühl	☐
Taubheitsgefühl	☐
Schmerzen	☐
Steifigkeit	☐
Blauverfärbung	☐

Wann treten diese "weißen Finger" bei Ihnen überwiegend auf? (Mehrfachnennung möglich!)

nur bei der Arbeit ☐

beim Motorsägen ☐
(z.B. wenn ich länger
als 40 Minuten säge)

beim Aufenthalt in der Hütte ☐
(z.B. bei schlechtem Wetter)

nach der Pause ☐

unabhängig von der Arbeit ☐

nach längerem Stehen oder Sitzen ☐
im Freien (z.B. Fußballplatz)

beim Schwimmen ☐

beim Autowaschen ☐

beim Moped- oder Motorradfahren ☐

wenn ich erregt bin ☐

vorwiegend im Winter ☐

auch im Sommer ☐

unabhängig von der Jahreszeit ☐

sonstiges.....

Wie oft tritt diese Erscheinung auf?

camal pro Tag

camal pro Woche

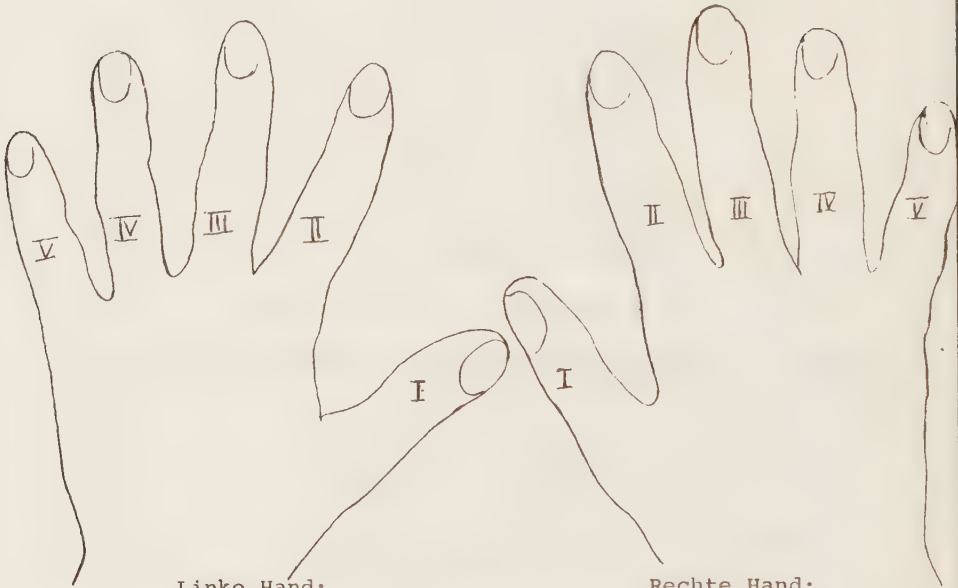
camal pro Monat

im Winter ☐

im Sommer ☐

das ganze Jahr ☐

Welche Finger sind besonders betroffen?



Linke Hand:

- I Daumen
- II Zeigefinger
- III Mittelfinger
- IV Ringfinger
- V Kleiner Finger

Rechte Hand:

- I Daumen
- II Zeigefinger
- III Mittelfinger
- IV Ringfinger
- V Kleiner Finger

Sind bei Ihnen beide Hände betroffen?

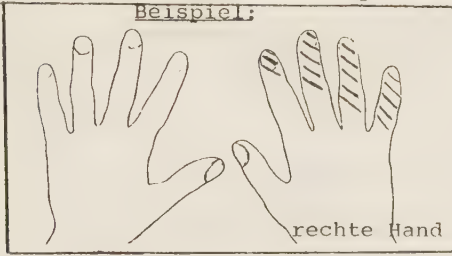
ja
nein

Wenn nein,

- nur die rechte Hand
- die rechte Hand mehr
- nur die linke Hand
- die linke Hand mehr

Bitte, schraffieren Sie, wo Ihre Finger weiß werden:

Beispiel:



linke Hand



rechte Hand

Seit wann ungefähr leiden Sie an diesen "weißen Fingern"?
seit 19 ...

Sind Ihre Hände manchmal geschwollen?

☐ nein
☐ ja

Wachen Sie manchmal nachts mit Schmerzen in den Fingern auf?

☐ nein
☐ ja

Wenn ja,

an der rechten Hand

an der linken Hand

an beiden Händen

Wachen Sie manchmal nachts mit Schmerzen im Arm auf?

☐	nein
☐	ja

Wenn ja,

im linken Arm

☐
☐
☐

im rechten Arm

in beiden Armen

Bitte, zeichnen Sie ein, wo Sie Schmerzen haben:



rechter Arm

linker Arm

Wenn Sie nachts mit Schmerzen in der Hand oder im Arm aufwachen, äußern sich diese Beschwerden als

Kribbeln	☐
Taubheitsgefühl	☐
starke Schmerzen	☐

sonstiges

Hat sich das Leiden in den letzten Jahren gebessert?

☐	nein
☐	ja

Wenn ja, (Mehrfachnennungen möglich)

seit Einführung der AV-Griffe	☐
seit Einführung der Hütten	☐
seit ich warme Mahlzeiten zu mir nehme	☐
seit ich Handschuhe trage	☐
seit ich einen Schutzhelm trage	☐

sonstiges

Falls sich das Leiden nicht gebessert hat, ist es seit dem ersten Auftreten

etwa gleich geblieben	☐
schlechter geworden	☐

Hatten Sie bereits vor der Arbeit mit der Motorsäge unter "weißen Fingern" zu leiden?

☐	nein
☐	ja

Wenn ja, seit

Wie verstehen Sie sich mit Ihren Arbeitskollegen?

sehr gut

mäßig

schlecht

Hat Ihr Vorgesetzter Verständnis für Sie und Ihre beruflichen Probleme?

viel

ausreichend

kaum

Würden Sie Ihre Arbeit gern abwechslungsreicher gestalten?

nein

ja

Wenn ja, auf welche Weise?

.....

Wieviele Zigaretten rauchen Sie pro Tag?

ca. Schachteln

Wie oft trinken Sie Alkohol?

täglich

mehrmals wöchentlich

gelegentlich

selten

nie

Was trinken Sie hauptsächlich?

Bier

Wein

Schnaps

.....Flaschen pro Tag

.....Schoppen pro Tag

.....Gläser pro Tag

Haben Sie Ihrer Meinung nach genug Freizeit?

☐	nein
☐	ja

Womit beschäftigen Sie sich hauptsächlich in Ihrer Freizeit?

.....

Arbeiten Sie zu Hause in einem landwirtschaftlichen Betrieb mit?

☐	nein
☐	ja

Wieviele Morgen hat dieser Betrieb?Morgen

Welche Maschinen werden dabei von Ihnen eingesetzt?

.....

Helfen Sie Nachbarn bei Holzerntearbeiten? ☐ ja ☐ nein

Wie würden Sie Ihre jetzige Tätigkeit einstufen?

	sehr	mäßig	nicht
als körperlich anstrengend			
als nervlich anstrengend			

Wären Sie damit einverstanden, daß Ihr Sohn ebenfalls den Beruf des Waldarbeiters ergreift?

☐	nein
☐	ja

Was ist für Sie selbst das Angenehmste an Ihrem Beruf?

.....

Wie fanden Sie diesen Fragebogen?

leicht verständlich ☐

schwer verständlich ☐

gut zu beantworten ☐

schlecht zu beantworten ☐

zu persönlich ☐

keine Meinung ☐

sonstiges

C u r r i c u l u m v i t a e

- 24.9.1944 geb. in Waldeck/Bayern
Eltern: Alois Seidl, Physiker
 Marianne Seidl, geb. Frisch
- 1950-1964 Volksschule in Gröbenzell bei München
 Deutsches Gymnasium in Landshut/Isar
- 1964-1968 Arbeits- und Studienaufenthalt in Frankreich und
 England mit Sprachkursen an den Universitäten Lyon
 und London (Diplôme de la Langue Française und
 Lower Cambridge)
- 1968-1969 Kursus für Wirtschaftsdolmetscher in Englisch und
 Französisch in Frankfurt/Main
- 1969-1975 Fremdsprachenkorrespondentin bei den Firmen Hoechst,
 Steigenberger, Banque Nationale de Paris, Dresdner
 Bank und m+a Verlag in Frankfurt/Main
- 1974 Externe Reifeprüfung
- 1975 Heirat mit Herbert Woelke, Apotheker
- ab SS 1975 Studium der Human-Medizin an der Johannes Gutenberg-
 Universität in Mainz
- April 1981 3. Medizinisches Staatsexamen
Mai 1981 Approbation als Ärztin
1. Juni - Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Arbeits-
31. August 1981 und Sozialmedizin der Universität Mainz
- seit 1. Oktober Assistenzärztin in der Abteilung für Anästhesie im
1981 St. Joseph's Hospital in Wiesbaden

G. Woelke-Seidl

Elisabeth Woelke-Seidl
Heßstrasse 1
62 Wiesbaden

Wiesbaden, im Mai 1982

